СР

В. Н. Яковлев

Справочник слесаря-монтажника

Справочник слесаря-монтажника

СР

Серия справочников для рабочих

В. Н. ЯКОВЛЕВ

Справочник слесаря-монтажника

Издание четвертое, переработанное и дополненное

МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ»
1983

ББК 34.68
Я47
УДК 621.757(031)

Рецензент канд.техн.наук *П. П. АЛЕКСЕЕНКО*

Яковлев В. Н.

Я47 Справочник слесаря-монтажника. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 464 с., ил.

В пер.: 1 р. 80 к.

Приведены сведения по инструменту, машинам и приспособлениям, используемым при монтаже технологического оборудования. Даны технические характеристики подъемно-транспортных машин и механизмов, описания отдельных видов слесарных и сборочных работ, а также общие положения, правила и приемы выполнения такелажных и монтажных работ.

Четвертое издание (3-е изд. 1975 г.) переработано в соответствии с новыми ГОСТами и сведениями по технологии слесарно-монтажных работ.

Для слесарей-монтажников и рабочих монтажных бригад. Может быть также полезен специалистам при выборе и расчете средств механизации такелажных и монтажных работ.

Я $\frac{2704090000\text{-}087}{038(01)\text{-}83}$ 87-83

ББК 34.68
6П5.6

ИБ № 3509

Василий Николаевич **Яковлев**

СПРАВОЧНИК СЛЕСАРЯ-МОНТАЖНИКА

Редакторы: **Н. Е. Кузнецова, Е. В. Медведева**
Художественный редактор **С. С. Водчиц**
Технические редакторы **Т. И. Андреева** и **Е. П. Смирнова**
Корректор **И. М. Борейша**
Переплет художника **А. Я. Михайлова**

Сдано в набор 24.01.83. Подписано в печать 17.10.83. Т-17448. Формат 84×108/32. Бумага типографская № 2. Гарнитура таймс. Печать высокая. Усл. печ.л. 24,36. Усл. кр.-отт. 24,36. Уч.-изд. л. 29,44. Тираж 110 000 экз. Заказ 769. Цена 1 р. 80 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение», 107076. Москва, Стромынский пер., 4

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Чкаловский пр., 15.

© Издательство «Машиностроение», 1983 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 6

Глава 1. МАТЕРИАЛЫ И ИХ СВОЙСТВА

Сталь углеродистая обыкновенного качества 7
Сталь углеродистая качественная 7
Сталь легированная конструкционная 11
Инструментальные материалы 18
Сплавы на основе меди и цинка 25
Подшипниковые сплавы 25
Неметаллические антифрикционные материалы 38
Материалы для пайки 40
Смазочные материалы 44
Прокладочные и набивочные материалы 51

Глава 2. УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ СТАЛИ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Термическая обработка 54
Химико-термическая обработка 56
Определение твердости металлов 58

Глава 3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ

Классификация и назначение 61
Основные метрологические показатели 61
Характеристики измерительных приборов 62
Измерение отклонений от плоскостности и прямолинейности 77
Приборы для измерения углов, конусов, радиусов 82
Калибры 89
Измерение резьб 93
Приборы для измерения зубчатых колес 95
Геодезические приборы 100

Глава 4. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Инструмент для сверления и развертывания 104
Инструмент для нарезания резьбы 105
Инструмент для опиливания и шабрения 106
Инструмент для резки и рубки металла 111
Инструмент для шлифования 117

Глава 5. ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РУЧНЫХ РАБОТ

Инструмент для сборочных и слесарных работ 122
Приспособления для закрепления инструмента 151
Клепальный ручной инструмент 153
Рабочие сменные наконечники для пневматического инструмента 160
Вальцовочный инструмент 163
Инструмент и п испособления для разметки 166
Шорный инструмент 173
Инструмент для пайки и лужения 174
Съемники 176

Глава 6. МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ РУЧНОЙ ИНСТРУМЕНТ И СТАНКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТРУБ

Электрические ручные машины 178
Электрический инструмент 184
Вспомогательное оборудование и устройства для электроинструмента 188
Пневматические машины 191
Гидроприводные гайковерты 194
Развальцовочные машины и пневматические ножницы 194
Молотки клепальные, рубильные и поддержки пневматические 195
Компрессоры для пневмоинструмента 198
Трубоотрезные, трубонарезные и трубогибочные станки 199

Глава 7. СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ

Разметка поверхностей 202
Резка, обрубка, опиливание и зачистка металла 204
Сверление, зенкерование, развертывание отверстий 206
Нарезание резьбы 214
Шабрение, притирка, доводка и полирование 223
Правка деталей 231
Развальцовывание, отбортовка и гибка труб 233
Лужение и пайка 239
Статическая балансировка 245

Глава 8. СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

Резьбовые соединения 248
Шпоночные и шлицевые соединения 250
Заклепочные соединения 253
Соединения с натягом 255
Подшипники 257
Соединительные муфты 273
Зубчатые передачи 276
Ременные и цепные передачи 288
Шатунно-поршневая группа 294
Проверка качества пригоночных и сборочных работ 305

Глава 9. ТАКЕЛАЖ И ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

Оснастка и детали грузоподъемных машин 312
Грузоподъемные механизмы 336
Приспособления для подъема грузов 370
Приемы и правила выполнения такелажных работ 383

Глава 10. ОСНОВНЫЕ МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

Приемка фундаментов под монтаж оборудования 399
Монтажные оси 401
Установка оборудования на фундаменты 405
Проверка соосности машин (центрирование) 420
Проверка оборудования по нормам точности 423
Крепление оборудования на фундаментах 426
Рихтовка станин и корпусных деталей 427
Подливка бетонной смесью или цементным раствором . . . 427
Монтаж и наладка смазочных систем с жидким смазочным материалом 429
Монтаж технологических трубопроводов 431
Опробывание и сдача оборудования в эксплуатацию 435
Скоростные методы монтажа оборудования 435

Глава 11. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ПРИ МОНТАЖЕ

Транспортные средства 442
Подъемно-транспортные средства 455
Перечень использованных ГОСТов 458
Предметный указатель 459

ПРЕДИСЛОВИЕ

Высококачественный монтаж технологического оборудования, трубопроводов и связанных с ним конструкций имеет большое значение в промышленном строительстве, так как стоимость этих работ по некоторым отраслям промышленности достигает 20% общей стоимости строительно-монтажных работ.

Развитие механизации монтажных работ, внедрение новой технологии требуют подъема на более высокую ступень организации труда. Одной из прогрессивных форм организации труда при выполнении монтажных работ являются комплексные бригады, составленные обычно из звеньев рабочих одной профессии, но овладевших несколькими смежными специальностями. Такие бригады осуществляют собственными силами весь комплекс работ по монтажу оборудования, включая такелажные работы, обвязку оборудования трубопроводами и др. Цель справочника – дать слесарю-монтажнику сведения по инструментам, машинам и приспособлениям, необходимым при монтаже оборудования, а также ознакомить его с отдельными видами слесарных работ, правилами и приемами проведения сборки машин, выполнения такелажных работ и с основами монтажа технологического оборудования.

На монтажные площадки поступают не только комплектные технологические линии, установки и агрегаты, которые должны обладать высокой степенью заводской готовности и соответствовать требованиям монтажной технологичности, но и отдельные крупногабаритные узлы и детали гидротурбин, мостовых и перегрузочных кранов, прокатного и другого сложного и тяжелого оборудования, монтаж которого должен проводиться при полной механизации всего процесса сборки и с применением прогрессивных методов организации труда.

В справочнике приведены некоторые характеристики подъемно-транспортных машин и механизмов, по которым при отсутствии проектных решений можно выбрать необходимое оборудование, а также рассчитать и выполнить отдельные виды такелажных, сборочных и монтажных работ.

Четвертое издание справочника (3-е изд. 1975 г.) исправлено и дополнено с учетом замечаний и предложений читателей.

Глава 1

МАТЕРИАЛЫ И ИХ СВОЙСТВА

СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА

Углеродистая сталь обыкновенного качества (ГОСТ 380–71) в зависимости от назначения разбита на три группы, поставляемые:

А – по механическим свойствам;

Б – по химическому составу;

В – по механическим свойствам и химическому составу.

В зависимости от нормируемых показателей сталь каждой группы подразделяется на категории:

группа А – 1, 2, 3;

группа Б – 1, 2;

группа В – 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Изготовляют следующие марки стали:

группа А – Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6;

группа Б – БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6;

группа В – ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5.

Буквы «Ст» означают «сталь», цифры от 0 до 6 – условный номер марки в зависимости от химического состава стали и механических свойств. Группа А в обозначении марки не указывается. Для обозначения степени раскисления к марке стали после ее номера добавляют индексы: кп – кипящая, пс – полуспокойная, сп – спокойная, например: Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп. Для обозначения полуспокойной стали с повышенным содержанием марганца в марку стали после ее номера вводят букву Г, например: Ст3Гпс, ВСт3Гпс. Категория стали обозначается цифрой, проставленной в конце обозначения марки, например: Ст3пс2, БСт3кп2, ВСт4пс2.

Механические свойства и назначение углеродистой стали обыкновенного качества приведены в табл. 1.

СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ

На сортовую углеродистую качественную конструкционную сталь марок 08, 10,15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58 (55 пп), 60 горячекатаную и кованую, диаметром или толщиной до 250 мм, а также калиброванную сталь и серебрянку всех марок распространяется ГОСТ 1050–74. Этот же стандарт определяет нормы химического состава других видов проката, слитков, поковок, штамповок из стали марок, перечисленных выше, и из стали марок 05кп, 08кп, 08пс, 10кп, 10пс, 15кп, 15пс, 20кп, 20пс.

1. Механические свойства и примерное назначение углеродистой стали обыкновенного качества (ГОСТ 380–71)

Марка стали	Толщина, мм	Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Примерное назначение
		не менее			
Ст0	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40	—	310	23 22 20	Неответственные детали: настилы, прокладки, шайбы, перила, кожухи, обшивки и др.
Ст2сп Ст2пс ВСт2сп ВСт2пс	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40 до 100 Св. 100	230 220 210 200	340–440	32 31 29 —	Детали, требующие повышенной пластичности или глубокой вытяжки: котельные связи, заклепки, баки и резервуары водяные, паровые и газовые трубы, прокладки, валики и оси, не испытывающие больших напряжений
Ст2кп ВСт2кп	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40 до 100 Св. 100	220 210 200 190	330–420	33 32 30 —	
Ст3сп ВСт3сп	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40 до 100 Св. 100	250 240 230 210	380–490	26 25 23 —	Крюки, тяги, серьги, шатуны, клинья, болты, кольца, оси, валики и другие несущие элементы сварных конструкций
Ст3пс ВСт3пс	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40 до 100 Св. 100	250 240 230 210	380–490	26 25 23 —	Крюки, тяги, серьги, шатуны, клинья, болты, кольца, оси, валики и другие несущие элементы сварных конструкций
Ст3кп ВСт3кп	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40 до 100 Св. 100	240 230 220 200	370–470	27 26 24 —	Второстепенные и малонагруженные элементы сварных и несварных конструкций
Ст3Гпс ВСт3Гпс	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40 до 100 Св. 100	250 240 230 210	380–500	26 25 23 —	Элементы сварных конструкций, работающие при переменных нагрузках

Продолжение табл. 1

Марка стали	Толщина, мм	Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Примерное назначение
		не менее			
Ст5сп ВСт5сп Ст5пс ВСт5пс	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40 до 100 Св. 100	29 28 27 26	500–640	20 19 17 –	Сцепные пальцы, оправки, болты, клинья, втулки, оси, рычаги, звездочки, трубные решетки, фланцы и другие детали
Ст6сп ВСт6сп Ст6пс ВСт6пс	До 20 Св. 20 до 40 Св. 40 до 100 Св. 100	320 310 300 300	600	15 14 12 –	Шпонки, пластины цепей, шестерни и валы, бабы молотов, шпиндели, клинья, ломы строительные и другие детали

Примечание. Марки Ст1, Ст4 и Ст7 не приведены в связи с ограниченным применением.

По требованиям к испытаниям, проводимым при определении механических свойств, сталь делится на категории: 1, 2, 3, 4 и 5.

Сталь поставляется без термической обработки; термически обработанная Т; нагартованная Н (для калиброванной стали и серебрянки).

В зависимости от назначения горячекатаная и кованая сталь делится на подгруппы: а – для горячей обработки давлением; б – для холодной механической обработки (обточки, строжки, фрезерования и т. д.) по всей поверхности; в – для холодного волочения (подкат). Подгруппа стали должна быть указана в заказе.

В табл. 2 приведены механические свойства стали категории 2.

2. Механические свойства и примерное назначение углеродистой качественной конструкционной стали категории 2 (ГОСТ 1050–74)

Марка стали	Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость, МДж/м²	Область применения
	не менее					
08	200	330	33	60	–	Шайбы, патрубки, прокладки, вилки тяг, стаканы и другие неответственные, ненагруженные детали

Продолжение табл. 2

Марка стали	Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость, МДж/м²	Область применения
	не менее					
10	210	340	31	55	–	Патрубки, шайбы, прокладки, вилки тяг, элементы сварных конструкций, трубопроводы, змеевики и другие детали, к которым предъявляются требования высокой пластичности
15	230	380	27	55	–	Вилки, стяжки, траверсы, гайки, винты, болты, крюки, штанги, детали сварных конструкций и другие детали, к которым предъявляются требования высокой пластичности
20	250	420	25	55	–	Крюки кранов, стропы, башмаки, подмоторные рамы, муфты, цилиндры, вкладыши подшипников
25	280	460	23	50	0,9	Оси, валы, соединительные муфты, рычаги, вилки, болты, фланцы, тройники, крепежные детали и другие неответственные детали
30	300	500	21	50	0,8	Тяги, серьги, траверсы, рычаги, валы, звездочки, шпиндели, цилиндры прессов, соединительные муфты паровых турбин и др.
35	320	540	20	45	0,7	Оси, цилиндры, колонны прессов, коленчатые валы, шатуны, крепежные детали, шпиндели, подушки, траверсы, валы, бандажи, втулки, пальцы, червяки, штоки, зубчатые колеса и другие детали невысокой прочности
40	340	580	19	45	0,6	Оси, коленчатые валы, вал-шестерни, штоки, зубчатые колеса, бандажи, шатуны, шпиндели, детали арматуры, болты, плунжеры, головки цилиндров и другие детали
45	360	610	16	40	0,5	Вал-шестерни, коленчатые валы, зубчатые колеса, шпиндели, бандажи, плунжеры, колонны, цилиндры, пальцы, втулки, шпильки, стропы и другие детали
50	380	640	14	40	0,4	Штоки, плунжеры, зубчатые колеса, бандажи, шпиндели, молотки и др.; рабочие валы прокатных станов для горячей прокатки металла

Продолжение табл. 2

Марка стали	Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Ударная вязкость, МДж/м²	Область применения
	не менее					
55	390	660	13	35	–	Штоки, венцы, цапфы, эксцентрики и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и износостойкости
60	410	690	12	35	–	Эксцентрики, шпиндели, бандажи, диски сцепления, пружинные кольца амортизаторов и другие детали, к которым предъявляются требования высокой прочности и износостойкости

Примечание. Термическая обработка заготовок – нормализация.

СТАЛЬ ЛЕГИРОВАННАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ

В зависимости от химического состава и свойств конструкционная сталь делится на категории: качественная, высококачественная – А, особовысококачественная – Ш.

По содержанию легирующих элементов различают стали хромистые, марганцовистые, хромомарганцовые, хромокремнистые, хромомолибденовые, хромомолибденованадиевые, хромованадиевые, никельмолибденовые, хромоникелевые и хромоникелевые с бором, хромокремнемарганцовые и хромомарганцевоникелевые с титаном и бором, хромоникельмолибденовые, хромоникельмолибденованадиевые и хромоалюминиевые с молибденом.

По видам обработки сталь делится на горячекатаную и кованую (в том числе с обточенной или ободранной поверхностью); калиброванную; круглую со специальной отделкой поверхности – серебрянку.

В зависимости от назначения проката горячекатаная сталь делится на подгруппы:

а – для горячей обработки давлением и холодного волочения (подкат);

б – для холодной механической обработки (обточки, строжки, фрезерования и др.) по всей поверхности;

в – для холодной высадки.

Назначение стали (подгруппа) должно быть указано в заказе.

Режимы термической обработки, механические свойства и примерное назначение некоторых марок легированной конструкционной стали приведены в табл. 3.

3. Термическая обработка, механические свойства некоторых марок легированной конструкционной стали (ГОСТ 4543—71)

Марка стали	Термообработка					Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение поперечного сечения, %	Ударная вязкость, МДж/м²	Размеры сечения заготовки для термообработки (диаметр или сторона квадрата), мм	Область применения
	Закалка			Отпуск		не менее						
	Температура, °С		Среда охлаждения	Температура, °С	Среда охлаждения							
	1-й закалки или нормализации	2-й закалки										
15Х 15ХА	880	770—820	Вода или масло	180	Воздух или масло	500	700	12	45	0,7	15	Втулки, пальцы, шестерни, валики, толкатели и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости
20Х	880	770—820	Вода или масло	180	Воздух или масло	650	800	11	40	0,6	15	Втулки, шестерни, шпиндели, червяки, оправки, плунжеры, стяжные кольца, кулачковые муфты и другие детали, к которым предъявляются требования высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины
35Х	860	—	Масло	500	Воздух или масло	750	930	11	45	0,7	25	Оси, валы, шестерни и др.

38ХА	860	—	Масло	550	Вода или масло	800	950	12	50	0,9	25	Шпиндели, валы, оси, шестерни, червячные валы, крепежные детали и др.
40Х	860	—	Масло	500	Вода или масло	800	1000	10	45	0,6	25	Оси, валы, шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые валы, шпиндели, оправки, зубчатые венцы и другие детали повышенной прочности
45Х	840	—	Масло	520	Вода или масло	850	1050	9	45	0,5	25	Валы, шестерни, оси, шатуны, пальцы, втулки, болты и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной твердости и прочности
50Х	830	—	Масло	520	Вода или масло	900	1100	9	40	0,4	25	Валки для горячей прокатки, оси для составных опорных валков, редукторные валы, шестерни, шпиндели, рейки, крупные зубчатые колеса, пальцы, упорные кольца и другие детали, к которым предъявляются требования повышенной твердости и прочности

Продолжение табл. 3

Марка стали	Термообработка					Предел текучести, МПа	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Относительное сужение поперечного сечения, %	Ударная вязкость, МДж/м²	Размеры сечения заготовки для термообработки (диаметр или сторона квадрата), мм	Область применения
	Закалка			Отпуск		не менее						
	Температура, °C: 1-й закалки или нормализации	Температура, °C: 2-й закалки	Среда охлаждения	Температура, °C	Среда охлаждения							
20Г	880	—	Воздух	—	—	280	460	24	50	—	25	Втулки, трубки, штуцера, оси, вкладыши, детали сварных конструкций, башмаки, кулачковые валики и другие детали невысокой прочности
30Г	860	—	Вода или воздух	600	Воздух	320	550	20	45	0,8	25	Тяги, оси, траверсы, валы, звездочки, цилиндры, шпиндели, болты, гайки, серьги, рычаги и др.
40Г	860	—	Вода или воздух	600	Воздух	360	600	17	45	0,6	25	Коленчатые валы, шатуны, рычаги, шестерни, звездочки, бандажи, головки плунжеров, болты и гайки высокой прочности

50Г	850	—	Масло или воздух	600	Воздух	400	660	13	40	0,4	25	Диски трения, шестерни, шестеренные валы, зубчатые колеса, ободы маховиков, шпиндели, коленчатые валы, шлицевые валы, втулки подшипников
10Г2	920		Воздух			250	430	22	50	—	25	Патрубки, штуцера, змеевики, крепежные детали и др.
45Г2	850	—	Масло или воздух	650	Воздух	410	700	11	40	—	25	Валы, полуоси, червяки, шатуны, вал-шестерни, коленчатые и карданные валы
50Г2	840	—	Масло или воздух	650	Воздух	430	750	11	35	—	25	Шестерни, червяки, шестеренные валы, диски трения и другие детали, работающие на истирание
20ХН	860	760—810	Вода или масло	180	Вода или масло	600	800	14	50	0,8	15	Шестерни, шлицевые валики, пальцы и другие детали

Продолжение табл. 3

Марка стали	Термообработка. Закалка. Температура, °С: 1-й закалки или нормализации	Термообработка. Закалка. Температура, °С: 2-й закалки	Термообработка. Закалка. Среда охлаждения	Термообработка. Отпуск. Температура, °С	Термообработка. Отпуск. Среда охлаждения	Предел текучести, МПа (не менее)	Временное сопротивление, МПа (не менее)	Относительное удлинение, % (не менее)	Относительное сужение поперечного сечения, % (не менее)	Ударная вязкость, МДж/м² (не менее)	Размеры сечения заготовки для термообработки (диаметр или сторона квадрата), мм	Область применения
40ХН	820	—	Вода или масло	500	Вода или масло	800	1000	11	45	0,7	25	Шестерни, шестеренные валки, бандажи, муфты, цилиндры, коленчатые валы, нажимные винты, шпиндели, рычаги, штоки, цилиндры и другие ответственные нагруженные детали
45ХН	820	—	Вода или масло	530	Вода или масло	850	1050	10	45	0,7	25	Шестерни, шпиндели, коленчатые валы, шатуны, муфты, болты и другие ответственные детали
18ХГТ	880—950 Воздух	870	Масло	200	Воздух или вода	900	1000	9	50	0,8	—	Шестерни, червяки, кулачковые муфты, пальцы, валики, шлицевые валы и другие ответственные нагруженные детали

20ХГР	880	—	Масло	200	Воздух или масло	800	1000	9	50	0,8	15	Вал-шестерни, зубчатые колеса, червяки, кулачковые муфты, втулки, пальцы, валики и другие детали, работающие в условиях ударных нагрузок
30ХГТ	880—950 Воздух	850	Масло	200	Вода или масло	1300	1500	9	40	0,6	—	Шестерни, червяки, валы, втулки и другие детали, работающие при больших скоростях в условиях ударных нагрузок
25ХГМ	860	—	Масло	200	Воздух	1100	1200	10	45	0,8	—	Валы, шестерни, втулки, оси и другие детали, работающие при повышенных ударных нагрузках
30ХМ	880	—	Масло	540	Вода или масло	750	950	11	45	0,8	15	Шпильки, гайки, трубы и другие детали паропроводов, работающие при температуре до 450—500 °С, шестерни, валы
30ХМА	880	—	То же	540	То же	750	950	12	50	0,9	15	

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для изготовления различного металлорежущего инструмента и инструментов других видов применяют инструментальные стали, твердые сплавы, спеченные материалы. Инструментальные материалы должны обладать высокой твердостью ($HRC \geqslant 62$–65), превышающей твердость обрабатываемого материала; большой прочностью, так как в процессе работы инструменты подвергаются воздействию значительных усилий; высокой износоустойчивостью и тепловой стойкостью.

Инструментальные стали (ГОСТ 1435–74). Углеродистые инструментальные стали (табл. 4–6) содержат 0,65–1,35% углерода и после термической обработки приобретают высокую твердость (HRC не менее 62). В зависимости от химического состава различают качественную и высококачественную углеродистые инструментальные стали. К группе качественных относятся марки сталей с содержанием 0,03% серы и 0,035% фосфора, к группе высококачественных – с содержанием 0,02% серы и 0,03% фосфора, а также более чистых по содержанию примесей других элементов (в обозначение марок высококачественной стали входит буква А).

Легированные инструментальные стали (ГОСТ 5950 – 73). Обладают по сравнению с углеродистыми сталями повышенной вязкостью в закаленном состоянии, более глубокой прокаливаемостью, меньшей склонностью к деформациям и трещинам при закалке.

Режимы термической обработки и область применения инструментальной легированной стали приведены в табл. 7.

4. Содержание углерода и марганца (%) в инструментальной углеродистой стали

Марка стали	Углерод	Марганец	Марка стали	Углерод	Марганец
У7 У8	0,65 – 0,74 0,75 – 0,84	0,2 – 0,4	У7А У8А	0,65 – 0,74 0,75 – 0,84	0,15 – 0,3
У8Г	0,8 – 0,9	0,35 – 0,6	У8ГА	0,8 – 0,9	0,35 – 0,6
У9 У10 У11 У12 У13	0,85 – 0,94 0,95 – 1,04 1,05 – 1,14 1,15 – 1,24 1,25 – 1,35	0,15 – 0,35	У9А У10А У11А У12А У13А	0,85 – 0,94 0,95 – 1,04 1,05 – 1,14 1,15 – 1,24 1,25 – 1,35	0,15 – 0,3

Примечание. В указанных марках стали содержится также не более: 0,15 – 0,35 % кремния; 0,2% хрома, 0,25% никеля; 0,25% меди. В зависимости от содержания хрома, никеля и меди стали подразделяются на пять групп.

5. Нормы твердости инструментальной углеродистой стали (ГОСТ 1435–74)

Марка стали	Твердость термически обработанной стали		Твердость образцов после закалки	
	HB, не более	Диаметр отпечатка шарика, мм, не менее	Температура закалки, °С (охлаждающая среда – вода)	*HRC*, не менее
У7, У7А	187	4,4	800–820	62
У8, У8А У8Г, У8ГА			780–800	
У9, У9А У10, У10А	192 197	4,35 4,3	760–780	
У11, У11А У12, У12А	207	4,2		
У13, У13А	217	4,1		

Примечания: 1. При изготовлении инструмента рекомендуется охлаждать его в воде лишь до потемнения, а затем – в масле. Для снятия возникающих при закалке напряжений и предупреждения образования трещин инструмент следует подвергать отпуску.

2. Для придания инструменту твердости 60–62 единицы по Роквеллу температура отпуска должна быть 160–180 °С (время выдержки 1–2 ч). Для получения более высокой вязкости при пониженной твердости инструмент подвергают отпуску при температуре 230–275 °С.

3. Измерение твердости по методу Бринелля проводят с помощью шарика, диаметр которого $d = 10$ мм, а нагрузка $P = 3000$ кгс.

6. Примерное назначение углеродистой инструментальной стали

Марка стали	Примерное назначение
У7, У7А	Слесарно-монтажные инструменты: молотки, кувалды, бородки, отвертки, комбинированные плоскогубцы, острогубцы, боковые кусачки; инструменты для обработки дерева: топоры, колуны, стамески, долота
У8, У8А	Слесарно-монтажные инструменты: обжимки для заклепок, кернеры, бородки, отвертки, комбинированные плоскогубцы, острогубцы, боковые кусачки, накатные ролики; инструменты для обработки дерева: фрезы, зенковки, цековки, топоры, стамески, долота, пилы продольные и дисковые

Продолжение табл. 6

Марка стали	Примерное назначение
У9, У9А	Слесарно-монтажные инструменты, инструменты для обработки дерева, калибры простой формы
У10, У10А	Калибры простой формы и пониженных классов точности, накатные ролики, напильники, шаберы слесарные, инструменты для обработки дерева: пилы ручные поперечные и столярные, пилы машинные столярные, сверла спиральные
У11, У11А	Калибры простой формы и пониженных классов точности, метчики ручные, напильники, шаберы, инструменты для обработки дерева
У12, У12А	Метчики ручные, напильники, шаберы слесарные, калибры простой формы и пониженных классов точности
У13, У13А	Напильники, бритвенные ножи и лезвия, острые хирургические инструменты, шаберы, гравировальные инструменты

Быстрорежущая сталь (ГОСТ 19265–73). Марки этой стали и область их применения даны в табл. 8 и 9.

Все виды режущего инструмента для обработки обычных конструкционных материалов изготовляют из стали Р18 и Р12, а инструмент простой формы – из стали Р9.

Для инструментов небольших сечений, а также инструментов, работающих с ударными нагрузками, применяют сталь Р6М3. Сталь Р6М5 используют вместо стали Р18. Из сталей марок Р18К5Ф2, Р9М4К8, Р6М5К5 изготовляют инструмент для обработки высокопрочных коррозионно-стойких и жаропрочных сталей и сплавов.

Сплавы твердые спеченные (ГОСТ 3882-74). Для изготовления режущего инструмента в промышленности широко применяют твердые спеченные сплавы. Их получают путем прессования и спекания порошков тугоплавких металлов. Основными компонентами для изготовления твердых сплавов являются карбиды вольфрама, титана и тантала. Кобальт в составе твердых сплавов является связующим.

Стандартом устанавливаются следующие группы марок твердых спеченных сплавов:

вольфрамовые ВК3, ВК3-М, ВК4, ВК4-В, ВК6, ВК6-М, ВК6-ОМ, ВК6-В, ВК8, ВК8-В, ВК8-ВК, ВК10, ВК10-М, ВК10-ОМ, ВК10-КС, ВК11-В, ВК11-ВК, ВК-15, ВК-20, ВК20-КС, ВК20К, ВК25,

титановольфрамовые Т30К4, Т15К6, Т14К8, Т5К10, Т5К12,

титанотанталовольфрамовые ТТ7К12, ТТ8К6, ТТ10К8-Б, ТТ20К9.

Инструмент из более вязких сплавов группы ВК применяют при обработке чугунов и других хрупких материалов, из сплава ВК6-М – при чистовой обработке чугуна и коррозионно-стойких сталей, из сплава ВК8-В – при обработке жаропрочных сталей аустенитного класса. Твердые сплавы, такие, как Т5К12, ТТ7К12, обладают высокой износоустойчивостью, прочностью, а также сопротивлением удару, вибрациям и выкрашиванию.

7. Режимы термической обработки инструментальной легированной стали (ГОСТ 5950–73)

Марка стали	Температура отжига, °С	Температура закалки, °С	Охлаждающая среда при закалке	Температура отпуска, °С	Примерное назначение
7ХФ	780–800	820–840	Масло	200–220	Деревообрабатывающие инструменты: топоры, долота, зубила; инструменты для чеканки; рамные, круглые и ленточные пилы со сплошными и разведенными зубьями
8ХФ	780–800	830–860	Вода	200–220	Штемпели при холодной работе, ножи для холодной резки металла, обрезные матрицы, кернеры
9ХФ	760–790	850–880	Масло	200–220	Рамные, ленточные, круглые, строгальные пилы; ножи, обрезные матрицы, пуансоны для холодной обрезки заусенцев; кернеры
11ХФ	750–790	840–860	Масло	150–170	Метчики и другие режущие инструменты диаметром до 30 мм, штампы холодной штамповки, пуансоны, калибры, хирургические инструменты
13Х	750–790	810–830	Масло	150–170	Инструменты диаметром до 35 мм; бритвенные ножи и лезвия, острые хирургические инструменты, шаберы, гравировальные инструменты
ХВ4	800–820	830–850	Масло	140–170	Прошивные пуансоны, инструмент для чистового резания твердых материалов (отбеленного чугуна) с небольшой скоростью, валки с закаленной поверхностью, гравировальные резцы при очень напряженной работе
В2Ф	1200–900	780–840	Масло, вода	100–180	Ленточные пилы по металлу и ножовочные полотна

Продолжение табл. 7

Марка стали	Температура отжига, °С	Температура закалки, °С	Охлаждающая среда при закалке	Температура отпуска, °С	Примерное назначение
9Х1	800–820	820–850	Масло	160–180	Валки холодной прокатки, дрессировочные валки, клейма, пробойники, холодновысадочные матрицы и пуансоны, деревообрабатывающий инструмент
Х	770–800	840–860	Масло	130–150	Зубила, кулачки, эксцентрики и пальцы; гладкие цилиндрические калибры и калиберные кольца, токарные, строгальные и долбежные резцы для лекальных и ремонтных мастерских
9ХС	790–810	840–860	Масло	180–250	Деревообрабатывающий инструмент; сверла, развертки, метчики, плашки, фрезы; машинные штемпели; клейма для холодных работ
ХГС	790–810	820–860	Масло	150–160	Валки холодной прокатки, холодновысадочные матрицы и пуансоны, вырубные штампы небольших размеров (диаметр или толщина до 70 мм)
12Х1	770–800	850–870	Масло	120–130	Измерительные инструменты (плитки, калибры, шаблоны)
9ХВГ	780–800	820–840	Масло	170–230	Резьбовые калибры, лекала сложной формы; сложные, весьма точные штампы холодной штамповки
ХВГ	780–800	830–850	Масло	150–200	Резьбовые калибры, протяжки, длинные метчики и развертки, плашки; холодновысадочные матрицы и пуансоны; ножи для бумажной промышленности
ХВСГ	790–810	840–860	Масло	140–150	Инструменты, предназначенные для ручной

Продолжение табл. 7

Марка стали	Температура отжига, °С	Температура закалки, °С	Охлаждающая среда при закалке	Температура отпуска, °С	Примерное назначение
					работы: плашки, сверла, развертки, гребенки, штемпели, клейма; холодновысадочные матрицы и пуансоны, ножи для бумажной промышленности

Примечание. Охлаждающая среда при отпуске – воздух.

8. Химический состав (%) инструментальной быстрорежущей стали (ГОСТ 19265–73)

Марка стали	Углерод	Хром	Вольфрам	Ванадий
Р18	0,7–0,8	3,8–4,4	17,0–18,5	1,0–1,4
Р12	0,8–0,9	3,1–3,6	12,0–13,0	1,5–1,9
Р9	0,85–0,95	3,8–4,4	8,5–10,0	2,0–2,6
Р6М5	0,80–0,88	3,8–4,4	5,5–6,5	1,7–2,1
Р18К5Ф2	0,85–0,95	3,8–4,4	17,0–18,5	1,8–2,4
Р9К5	0,9–1,0	3,8–4,4	9,0–10,5	2,2–2,6
Р6М5К5	0,80–0,88	3,8–4,3	6,0–7,0	1,7–2,2
Р9К10	0,9–1,0	3,8–4,4	9,0–10,5	2,0–2,6
Р9М4К8	1,0–1,1	3,0–3,6	8,5–9,6	2,1–2,5
Р10К5Ф5	1,45–1,55	4,0–4,6	10,0–11,5	4,3–5,1

Марка стали	Кобальт	Молибден	Сера	Фосфор
Р18	–	Не более 1,0	0,03	0,03
Р12	–	Не более 1,0	0,03	0,03
Р9	–	Не более 1,0	0,03	0,03
Р6М5	–	5,0–5,5	0,025	0,035
Р18К5Ф2	5,0–6,0	Не более 1,0	0,03	0,03
Р9К5	5,0–6,0	Не более 1,0	0,03	0,03
Р6М5К5	4,8–5,3	4,8–5,8	0,03	0,035
Р9К10	9,0–10,5	Не более 1,0	0,03	0,03
Р9М4К8	7,5–8,5	3,8–4,3	0,03	0,035
Р10К5Ф5	5,0–6,0	Не более 1,0	0,03	0,035

Примечание. Во всех марках стали содержится также не более: 0,4 % марганца; 0,5 % кремния; 0,4 % никеля.

9. Примерное назначение быстрорежущей инструментальной стали

Марка стали	Примерное назначение
Р18	Фрезы, долбяки, протяжки, метчики, шеверы и тому подобный инструмент для обработки конструкционных сталей
Р12	Фрезы, протяжки долбяки, шеверы, метчики, развертки и тому подобный инструмент для обработки обычных конструкционных сталей (взамен марки Р18)
Р9	Режущие инструменты простой формы, не требующие большого объема шлифовки, предназначенные для обработки обычных конструкционных материалов
Р6М5 и Р10К5Ф5	Резцы, фрезы, зенкеры, развертки и тому подобный инструмент для обработки коррозионностойких и высокопрочных сталей с повышенной твердостью, жаропрочных сплавов и др.
Р6М5Ф3	Фасонные резцы, развертки, сверла, протяжки и другой инструмент, предназначенный для обработки сталей и сплавов. Стойкость такого инструмента на 20 % выше стойкости инструмента из стали Р18
Р12Ф3	Резцы, протяжки, развертки, фрезы для обработки на средних режимах резания легированных сталей и сплавов, а также материалов с повышенными абразивными свойствами
Р18К5Ф2 и Р9К5	Резцы, фрезы, сверла для получистовой и черновой обработки конструкционных сталей на повышенных режимах резания, а также коррозионно-стойких сталей и жаропрочных сплавов
Р6М5К5	Рекомендуется взамен стали Р18К5Ф2 как более экономичная и взамен стали Р9К5 как имеющая более высокие (на 25 – 30 %) режущие свойства
Р9К10	Резцы, червячные фрезы, зенкеры для обработки на повышенных режимах резания углеродистых и легированных конструкционных сталей, а также коррозионно-стойких высокопрочных сталей
Р9М4К8	Резцы, фрезы, зенкеры, метчики для обработки жаропрочных сплавов, легированных конструкционных сталей с повышенной твердостью, а также углеродистых и легированных сталей на высоких режимах резания

Минеральная керамика. Основу минеральной керамики составляет технический глинозем (окись алюминия Al_2O_3), который спекается при температуре более 1750 °С. Инструмент, оснащенный минералокерамикой, позволяет провести обработку детали при более высоких скоростях резания, чем инструмент из твердого сплава, и используется при получистовом и чистовом точении чугуна, конструкционных легированных сталей, но из-за хрупкости применяется ограниченно.

Алмазы. Алмазный инструмент по сравнению с другими инструментами отличается высокой производительностью, длительным сроком службы и применяется главным образом при тонком точении цветных металлов, сплавов и пластмасс. При обработке таким инструментом достигается высокая точность и шероховатость поверхности $Ra =$

$= 0{,}2 \div 0{,}25$ мкм. Алмазы могут быть использованы также при изготовлении шлифовальных кругов и мелкозернистых порошков.

Твердость и износоустойчивость алмазов намного превосходят те же свойства других инструментальных материалов. По шкале Мооса твердость алмаза характеризуется числом 10, а микротвердость равна *Н*1006. Однако алмазы обладают повышенной хрупкостью, что ограничивает область их применения. Широко используют синтетические алмазы, особенно в машиностроении и приборостроении, авиационной и автотракторной промышленности.

Освоено производство нового синтетического материала – эльбора – твердостью *Н* 8000 – 9000, применяемого при изготовлении резцов, фрез и других инструментов. Стойкость резцов, оснащенных эльбором, при тонком точении и растачивании деталей из закаленной стали в 20–30 раз выше стойкости твердосплавных резцов.

СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ МЕДИ И ЦИНКА

Из медных сплавов наиболее широко применяют бронзу и латунь. Сплав меди с оловом, содержащим также добавки фосфора или цинка со свинцом, называют оловянной бронзой. Так как олово является дорогостоящим металлом, оловянная бронза находит ограниченное применение. Медный сплав с добавкой алюминия или марганца и других компонентов, не содержащий олова, называют безоловянной бронзой, которая является заменителем оловянной бронзы. Эти сплавы отличаются высокой прочностью, хорошими антифрикционными свойствами и коррозионной стойкостью.

Сложный медноцинковый сплав, который может содержать специальные добавки свинца, олова, марганца, никеля, алюминия и других компонентов, называют латунью. Сплав обладает хорошими механическими и технологическими свойствами. Химический состав, механические свойства и примерное назначение оловянной и безоловянной бронз, литейной латуни и цинковых сплавов для литья под давлением приведены в табл. 10–15.

ПОДШИПНИКОВЫЕ СПЛАВЫ

В качестве подшипниковых или антифрикционных сплавов применяют баббиты, основу которых составляют мягкие пластичные металлы – олово и свинец. Главными компонентами в оловянном баббите являются сурьма и медь.

Для работы в условиях средней трудности вместо баббита используют антифрикционные сплавы на цинковой основе и антифрикционный чугун, который обладает низким коэффициентом трения и удовлетворительной износостойкостью.

Сплавы на медной основе применяют для подшипников и деталей, работающих при высоких давлениях, скоростях скольжения и температурах.

10. Химический состав и механические свойства безоловянной литейной бронзы (ГОСТ 493 – 79)

Марка сплава	Химический состав, % (остальное – медь)								Способ литья	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Твердость *HB*	Примерное назначение
	Алюминий	Железо	Марганец	Никель	Свинец	Фосфор	Цинк	Сурьма		не менее			
БрА9Мц2Л	8,0 – 9,5	–	1,5 – 8,5	–	–	–	–	–	К	392	20	80	Антифрикционные детали, детали арматуры, работающие в пресной воде, жидком топливе и в паре при температуре до 250 °С
									П	392	20	80	
БрА10Мц2Л	9,6 – 11,0	–	1,5 – 2,5	–	–	–	–	–	К	490	12	110	
									П	490	12	110	
БрА9Ж3Л	8,0 – 10,5	2,0 – 4,0	–	–	–	–	–	–	К	490	12	100	Арматура, антифрикционные детали
									П	392	10	100	
БрА10Ж3Мц2	9,0 – 11,0	2,0 – 4,0	1,0 – 3,0	–	–	–	–	–	К	490	12	120	
									П	392	10	100	

БрА10Ж4Н4Л	9,5—11,0	3,5—5,5	—	3,5—5,5	—	—	—	—	К П	587 587	6 5	170 160	Детали для оборудования химической и пищевой промышленности, а также детали, работающие при повышенных температурах
БрА11Ж6Н6	10,5—11,5	5,0—6,5	—	5,0—6,5	—	—	—	—	К П	587 587	2 2	250 250	Арматура, антифрикционные детали
БрА9Ж4Н4Мц1	8,8—10,0	4,0—5,0	0,5—1,2	4,0—5,0	—	—	—	—	К П	587 587	12 12	160 160	Арматура для морской воды
БрС30	—	—	—	—	27,0—31,0	—	—	—	К	587	4	25	Антифрикционные детали
БрСу3Н3Ц3С20Ф	—	—	—	3,0—4,0	18,0—22,0	0,15—0,30	3,0—4,0	3,0—4,0	К	157	2	65	Антифрикционные детали
БрА7Мц15Ж3Н2Ц2	6,6—7,5	2,5—3,5	14,0—15,5	1,5—2,5	—	—	1,5—2,5	—	П	607	18	—	

П р и м е ч а н и е. Условное обозначение способа литья: К — литье в кокиль; П — литье в песчаную форму.

11. Химический состав и механические свойства оловянной бронзы (ГОСТ 613–79)

Марка	Химический состав, % (остальное – медь)						Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, МДж/м²	Примерное назначение
	Олово	Цинк	Свинец	Никель	Фосфор	Примеси, не более				
БрО3Ц7С5Н1	2,5–4	6–9,5	3,6	0,5–1,5	–	1,3	180–206	8–5	0,25	Арматура, работающая в условиях морской и пресной воды, а также пара при давлении до 2,5 МПа; ненагруженные венцы, втулки, вкладыши
БрО3Ц12С5	2–3,5	8–15	3–6	–	–	1,3	180–200	8–5	0,26	Арматура, работающая в условиях пресной воды, а также пара при давлении до 2,5 МПа; ненагруженные венцы, втулки, вкладыши и т. п.
БрО5Ц5С5	4–6	4–6	4–6	–	–	1,3	150–170	6–4	0,21	Антифрикционные детали; подшипники, втулки, сальники и другие детали арматуры
БрО4Ц4С17	3,5–5,5	2–6	14–20	–	–	1,3	145	5	0,17	
БрО10Ц2	9–11	2–4	–	–	–	1,0	220–300	5–12	0,1–0,53	Арматура, работающая при давлении до 30 МПа; детали нагруженных узлов трения в дизелестроении
БрО10Ф1	9–11	–	–	–	0,4–1,1	0,75	210–250	0,1–0,3	0,6–1,2	Втулки, вкладыши, ползуны кривошипных прессов; венцы червячных передач, детали паровых и газовых турбин
БрО10С10	9–11	–	8–11	–	–	0,8	180–195	0,24	–	Втулки и подшипники, работающие в условиях высоких нагрузок и скоростей

12. Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением (ГОСТ 5017–74)

Марки	Химический состав, % (остальное – медь)					Примерное назначение
	Олово	Фосфор	Цинк	Никель	Свинец	
БрОФ8,0–0,3	7,5–8,5	0,25–0,35	–	0,1–0,2	–	Проволока для изготовления сеток
БрОФ7–0,2	7,0–8,0	0,10–0,25	–	–	–	Прутки, применяемые в различных отраслях промышленности
БрОФ6,5–0,4	6,0–7,0	0,26–0,40	–	0,1–0,2	–	Проволока для сеток, пружин, различных деталей, а также лент и полос
БрОФ6,5–0,15	6,0–7,0	0,10–0,25	–	–	–	Ленты, полосы, прутки, подшипниковые детали, трубы-заготовки для изготовления биметаллических втулок
БрОФ4–0,25	3,5–4,0	0,20–0,30	–	–	–	Трубки, применяемые в контрольно-измерительных приборах
БрОЦ4–3	3,5–4,0	–	2,7–3,3	–	–	Ленты, полосы, прутки, применяемые в электротехнике, машиностроении; проволока для пружин и аппаратуры химической промышленности
БрОЦС4–4–2,5	3,0–5,0	–	3,0–5,0	–	1,5–3,5	Ленты и полосы для прокладок в подшипниках и втулках
БрОЦС4–4–4	3,0–5,0	–	3,0–5,0	–	3,5–4,5	Ленты и полосы, применяемые для прокладок в подшипниках и втулках

13. Условия использования оловянных и свинцовых бронз (в станкостроении)

Марка	Давление p, МПа	Скорость скольжения v, м/с	pv, МПа·м/с, не более	Примерное назначение
БрОФ10–0,5	15,0	10	15,0	Подшипники скольжения, гайки ходовых винтов, червячные колеса в ответственных узлах
БрО10Ф1	50,0	3	40,0	Для червячных колес при высоких скоростях скольжения (6–10 м/с) и высоком контактном напряжении
БрС30	15,0	15	20,0	Заменитель баббита марок Б83 и БН, биметаллические подшипники главного шпинделя, работающие при высоких скоростях (поверхность шейки стального вала должна быть термически обработана до *HRC* 45, смазка обильная)
БрО4Ц4С17	10,0	5	10,0	Заменитель бронз БрО10Ф1 и БрОФ10–0,5; подшипники скольжения, работающие при повышенных скоростях; гайки ходовых винтов (при затрудненных условиях смазки)
БрО4Ц7С5; БрО5Ц5С5	10,0	5	7,5	Подшипники скольжения, гайки ходовых винтов

Баббит (табл. 16–19). Для подшипников, работающих при жестком температурном режиме и высоких ударных нагрузках, широко применяют баббит, преимущественно на оловянной основе. Для заливки толстостенных подшипников применяют безоловянный и свинцово-кальциевый баббиты.

Антифрикционные сплавы на цинковой основе (табл. 20) по сравнению с баббитом имеют низкие механические свойства при повышенных температурах и относительно высокий коэффициент линейного расширения. Их используют при изготовлении втулок, заливки вкладышей подшипников, работающих при температуре не выше 70 °С и обильно смазываемых хорошо профильтрованным маслом.

Предельные значения удельного давления и окружных скоростей для подшипников из цинкового сплава следующие:

	При закаленных цапфах		При незакаленных цапфах	
Давление, МПа	До 6,0	До 4,0	До 4,0	До 2,0
Окружная скорость, м/с	1,5	2,5	1,5	2,5

14. Химический состав и механические свойства литейных медноцинковых сплавов – латуней (ГОСТ 17711–80)

Марка и наименование сплава	Химический состав, % (остальное – цинк)					Способ литья	Механические свойства			Примерное назначение
	Медь	Железо	Свинец	Марганец	Другие элементы		Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю *HB*	
ЛЦ40С (свинцовая)	57,0–61,0	–	0,8 2,0	–	–	П К, Ц	215 215	12 20	70 80	Фасонное литье – арматура, втулки и сепараторы шариковых и роликовых подшипников
ЛЦ40Сд (свинцовая)	58,0–61,0	–	0,8–2,0	–	–	Д К	196 264	6 18	70 100	Детали арматуры, полученные литьем под давлением (втулки, тройники, переходники, сепараторы подшипников), работающие в среде воздуха и пресной воды
ЛЦ40Мц1,5 (марганцовая)	57,0–60,0	–	–	1,0–2,0	–	П К, Ц	372 392	20 20	100 110	Детали простой конфигурации, работающие при ударных нагрузках, а также детали узлов трения, работающих в условиях спокойной нагрузки при температуре не выше 60 °С
ЛЦ40Мц3Ж (марганцово-железная)	53,0–58,0	0,5–1,5	–	3,0–4,0	–	П К Д	441 490 392	18 10 10	90 100 90	Несложные по конфигурации детали ответственного назначения и арматура морского судостроения, работающая при температуре до 300 °С; массивные детали, гребные винты и их лопасти для судов с металлическим корпусом (кроме судов, предназначенных для работы в тропиках)

Продолжение табл. 14

Марка и наименование сплава	Химический состав, % (остальное – цинк)					Способ литья	Механические свойства			Примерное назначение
	Медь	Железо	Свинец	Марганец	Другие элементы		Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю HB	
ЛЦ40Мц3А (марганцово-алюминиевая)	55,0–58,5	–	–	2,5–3,5	Алюминий 0,5–1,5	К, Ц	441	15	115	Детали несложной конфигурации
ЛЦ38Мц2С2 (марганцово-свинцовая)	57,0–60,0	–	1,5–2,5	1,5–2,5		П К	245 343	15 10	80 85	Конструкционные детали и аппаратура для судов; антифрикционные детали несложной конфигурации (втулки, вкладыши, ползуны, арматура вагонных подшипников)
ЛЦ30А3 (алюминиевая)	66,0–68,0	–	–	–	Алюминий 2,0–3,0	П К	294 392	12 15	80 90	Коррозионно-стойкие детали, применяемые в судостроении и машиностроении
ЛЦ25С2 (оловянно-свинцовая)	70,0–75,0	–	–	–	Олово 0,5–1,5	П	146	8	60	Штуцеры гидросистем автомобилей
ЛЦ23А6Ж3Мц2 (алюминиево-железо-марганцовая)	64,0–68,0	2,0–4,0	–	1,5–3,0	–	П К, Ц	686 705	7 7	160 165	Ответственные детали, работающие при высоких удельных нагрузках и знакопеременных нагрузках при изгибе; антифрикционные детали (нажимные детали, винты, гайки прокатных станов, венцы червячных колес, втулки и другие детали)

ЛЦ16К4 (кремнистая)	78,0–81,0	—	—	—	Кремний 3,0–4,5	П К	294 343	15 15	100 110	Сложные по конфигурации детали приборов и арматуры, работающие при температуре до 250 °С и подвергающиеся гидровоздушным испытаниям; детали, работающие в среде морской воды (шестерни, детали узлов трения и др.)

П р и м е ч а н и е. Условное обозначение способа литья: П – литье в песчаные формы; К – литье в кокиль; Д – литье под давлением; Ц – центробежное литье.

15. Химический состав (%) цинковых сплавов для литья под давлением по ГОСТ 19424–74 (остальное цинк)

Марка	Алюминий	Медь	Магний	Область применения	Марка	Алюминий	Медь	Магний	Область применения
ЦАМ4–10	3,9–4,3	0,75–1,25	0,03–0,06	Особо ответственные детали	ЦА40	3,9–4,3	—	0,03–0,06	Ответственные детали с устойчивыми размерами
ЦАМ4–1	3,5–4,3	0,75–1,25	0,02–0,06	Ответственные детали	ЦА4	3,5–4,3	—	0,02–0,06	Неответственные детали с устойчивыми размерами
ЦАМ4–1в	3,5–4,5	0,6–1,2	Не более 0,1	Неответственные детали (сувениры, ширпотреб)					

16. Химический состав (%) оловянных и свинцовых баббитов (ГОСТ 1320–74)

Марка	Олово	Сурьма	Медь	Кадмий	Никель	Свинец
Б88	87,25–89,97	7,3–7,8	2,5–3,5	0,8–1,2	0,15–0,25	–
Б83	80,5–84,5	10,0–12,0	5,5–6,5	–	–	–
Б83С	83,0–86,0	9,0–11,0	5,0–6,0	–	–	1,0–1,5
Б16	15,0–17,0	15,0–17,0	1,5–2,0	–	–	Остальное
БН*	9,0–11,0	13,0–15,0	1,5–2,0	0,1–0,7	0,1–0,5	»
БС6	5,5–6,5	5,5–6,5	0,1–0,3	–	–	»

* Сплав содержит 0,5–0,9 % мышьяка.

17. Физико-механические свойства оловянных и свинцовых баббитов

Показатель	Марка					
	Б88	Б83	Б83С	БН	Б16	БС6
Плотность, г/см^3	7,35	7,38	7,40	9,55	9,29	10,05
Твердость *HB* при 20 °С	27–30	27–30	27–30	27–29	30	15–17
Предел текучести при сжатии, МПа	–	80–85	–	70–74	86	–
Предел прочности при сжатии, МПа	–	110–120	–	125–130	147	–
Температура, °С:						
начала расплавления	–	240	230	240	240	247
плавления	320	370	400	400	4	280
заливки	380–420	440–460	440–460	480–500	480–500	–

18. Условия применения баббитов и их примерное назначение

Марка	Характеристика нагрузки	Давление *p*, МПа	Окружная скорость *v*, м/с	*pv*, МПа · м/с, не более	Примерное назначение
Б88	Спокойная, ударная	20°, 15	50	75	Подшипники, работающие при больших скоростях и высоких динамических нагрузках. Подшипники для быстроходных и среднеоборотных дизелей

Продолжение табл. 18

Марка	Характеристика нагрузки	Давление p, МПа	Окружная скорость v, м/с	pv, МПа·м/с, не более	Примерное значение
Б83	Спокойная, ударная	15°, 10	50	75°, 50	Подшипники, работающие при больших скоростях и средних нагрузках
Б83С	То же	15°, 10	50	75°, 50	Подшипники турбин, мотылевые и рамовые подшипники малооборотных дизелей, опорные подшипники гребных валов
БН	»	10; 7,6	30	30°; 20	Подшипники, работающие при средних скоростях и средних нагрузках. Подшипники дизелей, компрессоров, судовых валопроводов
Б16	Спокойная	10	30	30	Моторно-осевые подшипники электровозов, путевых машин и другое оборудование тяжелого машиностроения
БС6	Ударная	15	–	–	Подшипники автотракторных двигателей

Примечание. Баббит Б88 используют при температуре 75 °С, остальные баббиты – при температуре 70 °С.

19. Химический состав (%) баббита кальциевого по ГОСТ 1209–78 (остальное – свинец)

Марка	Кальций	Натрий	Магний	Олово	Алюминий	Область применения
БКА	0,95–1,15	0,70–0,90	–	–	0,05–0,20	Для заливки буксовых подшипников трения вагонов и тендеров железных дорог

Продолжение табл. 19

Марка	Кальций	Натрий	Магний	Олово	Алюминий	Область применения
БК2	0,30 – 0,55	0,20 – 0,40	0,01 – 0,05	1,50 – 2,10	–	Для заливки вкладышей коренных и шатунных подшипников дизелей и газовых двигателей по ГОСТ 9340 – 71
К2Ш	0,65 – 0,90	0,70 – 0,90	0,03 – 0,09	1,50 – 2,10	–	Для подшихтовки сплавов при заливке вкладышей коренных и шатунных подшипников дизелей и газовых двигателей по ГОСТ 9340 – 71

Примечание. Баббит марки БКА по согласованию с потребителем может изготовляться с содержанием алюминия менее 0,05 %.

20. Химический состав антифрикционных сплавов на цинковой основе (%) по ГОСТ 21437 – 75 (остальное – цинк)

Марка	Алюминий	Медь	Марганец	Примеси, всего	Примерное назначение
ЦАМ 9 – 1,5	9,0 – 11,0	1,0 – 2,0	0,03 – 0,06	0,35	Втулки, вкладыши; применяется для заливки на стальную основу
ЦАМ 10 – 5	10,0 – 12,0	4,0 – 5,5	0,03 – 0,66	0,35	Втулки, вкладыши, небольшие червячные колеса

Примечание. Твердость сплавов *HB* 80 – 100. Температура сплава при заливке подшипников 450 °С.

Антифрикционный чугун. Служит заменой дорогих цветных сплавов, особенно при изготовлении подшипников для таких узлов трения, где исключены ударные нагрузки. Допустимые значения удельного давления и окружных скоростей для деталей из антифрикционного чугуна в узлах трения приведены в табл. 21.

Антифрикционный чугун как заменитель баббита рекомендуется применять в следующих случаях: при малых значениях параметра шероховатости и точном сопряжении трущихся поверхностей деталей,

21. Предельные режимы работы деталей в узлах трения (разработаны ЦНИИТМАШем)

Марка чугуна	Давление p, МПа	Окружная скорость v, м/с	pv, МПа × × м/с	Марка чугуна	Давление p, МПа	Окружная скорость v, м/с	pv, МПа × × м/с
		не более				не более	
АЧС-1	5,0	5,0	12,0	АЧС-6	До 9,0	До 4,0*	9,0
	9,0	0,2	1,8	АЧВ-1	1,0	8,0	8,0
АЧС-2	10,0	0,3	12,5		20,0	1,0	20,0
	0,1	0,2	0,3	АЧВ-2	0,5	5,0*	2,5
АЧС-3	6,0	0,75	4,5		12,0	1,0	12,0
АЧС-4	До 15,0	До 5,0*	До 40,0	АЧК-1	20,0	2,0	20,0
АЧС-5	20,0	1,0	20,0	АЧК-2	0,5	5,0*	2,5
	30,0	0,42	12,5		12,0	1,0	12,0

* Отливки из антифрикционного чугуна в узлах трения, работающих при данных окружных скоростях, необходимо применять в строгом соответствии с указаниями специальных инструкций.

Примечание. Величина произведения выбранных значений p и v не должна превышать табличного значения pv.

при их непрерывном и качественном смазывании; при увеличенных зазорах в подшипниках (на 15–30% бóльших, чем в бронзовых подшипниках), а также при более высокой твердости поверхности цапф валов по сравнению с подшипниками.

Втулки и подшипники из порошковых материалов (табл. 22) изготовляют путем прессования их при высокой температуре.

Втулки и вкладыши из пористого железа применяют в узлах трения при значениях pv до 10 МПа·м/с при обильном смазывании и при значениях pv до 2,5 МПа·м/с при обычном смазывании.

22. Характеристика пористых втулок и вкладышей

Показатель	Изделия	
	бронзографитовые	железографитовые
Предел прочности, МПа:		
при сжатии	200	580
при изгибе	200	320
Критические нагрузки, Н, при раздавливании на прессе Гагарина	600	1200
Сжатие при раздавливании до растрескивания, мм	0,6	1–2
Масловпитываемость, %	10–30	30–40
Воздухопроницаемость, см³/мм	10–20	30

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ АНТИФРИКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

К группе неметаллических антифрикционных материалов относят очень плотные сорта дерева; пропитанные смолой, прессованные хлопчатобумажные и целлюлозные ткани (текстолит); пластифицированную и улучшенную прессованием древесину (лигностон); обработанные в процессе изготовления смолой древесно-слоистые пластики (ДСП), а также полученный под большим давлением и при высокой температуре материал из графита со связывающей его породой.

Лигностон изготовляют прессованием брусков березы или бука при удельном давлении 35,0–40,0 МПа и температуре 150–180 °С.

Физико-механические свойства лигностона

Плотность, г/см³	1,35 – 1,38
Предел прочности, МПа:	
при растяжении	274
при изгибе на ребро	200 – 280
при сжатии вдоль волокон	130 – 180
при радиальном сжатии	50 – 100
Ударная вязкость, МДж/м²:	
на торец	2 – 2,5
на ребро	1,4 – 1,8
Упругое сжатие при удельной нагрузке на торец 10 МПа, %	0,8
Коэффициент трения по торцу	0,005
Сопротивление раздавливанию, МПа	3
Предельное водопоглощение, %	32

Лигностон применяют для изготовления подшипников рабочих валков прокатных станов, а также для подшипников механизмов, работающих в воде (механизмов гидросооружений). Кроме того, из лигностона изготовляют тяжелонагруженные подшипники в случае ударных нагрузок (при давлении p до 20 МПа, скорости скольжения v до 5 м/с, значениях произведения pv до 60 МПа · м/с).

Применяют следующие типы пластиков: текстолит слоистый в плитах (табл. 23); текстолит из ткани в виде цельнопрессованных изделий; древесно-слоистые пластики (табл. 24); древесные пластики из крошки березового шпона в виде цельнопрессованных изделий; пластики с наполнителями из бумаги (гетинакс, бумолит).

Пластики, применяемые для подшипников, изготовляют на основе синтетических феноло- или крезолоальдегидных смол.

Текстолит и ДСП состоят из правильно уложенных слоев ткани или древесного шпона, предварительно пропитанных спиртовым раствором или водяной эмульсией резольной смолы и высушенных, а затем спрессованных при температуре 145 – 160 °С и удельном давлении 5 – 20 МПа.

Цельнопрессованные изделия (детали подшипников) изготовляют из ткани, уложенной слоями, обрезков ткани и крошки кусков древесного шпона. Материал пропитывают смолой, просушивают, а затем прессуют при давлении 40 – 60 МПа и температуре 155 – 165 °С.

23. Физико-механические свойства текстолита

Показатель	Марка текстолита					
	ПТК	ПТ	ПТМ-1	ПТМ-2	ПТГ-1	ПТК-С
Плотность, г/см³	1,3–1,4					
Разрушающее напряжение, МПа, не менее:						
при изгибе	147	142	—	117	147	
при растяжении	98	88	—	—	98	
при сжатии:						
параллельно слоям	152	137	188		—	—
перпендикулярно слоям	250	235	196	—	—	—
Ударная вязкость, кДж/м²	36		—	29	26	19,5
Теплостойкость по Мартенсу, °С	140		130	—	—	—
Коэффициент трения:						
без смазки	0,32		0,44	—	0,45	0,32
со смазкой маслом	0,02		—	—	—	0,02

24. Физико-механические свойства древесных слоистых пластиков (ГОСТ 13913–78)

Показатель	Типы плит					
	ДСП-А	ДСП-Б		ДСП-В		ДСП-Г
		Короткие	Длинные	Короткие	Длинные	
Предел прочности, МПа:						
при растяжении вдоль волокон	—	260	220	140	110	—
при сжатии вдоль волокон	170	160	155	120	110	120
при скалывании по плоскости склеивания	15	14	12	13	12	13
при изгибе	280		260	180	150	100
Ударная вязкость, МДж/м²	8,0		7,0	3,0		2,0
Плотность, г/см³	1,3					
Влажность, %, не более	6	7				
Водопоглощение за 24 ч, %, не более	3					

Максимальные удельные нагрузки *p* на подшипники из текстолита и древесно-слоистых пластиков при условии смазывания валов и охлаждения их обильно подаваемой водой могут достигать 50 МПа при скоростях скольжения *v* до 5 м/с, а величина произведения *pv* не должна превышать 200 МПа·м/с. При охлаждении минеральными маслами допустимые удельные нагрузки *p* – не более 15 МПа, а *v* не превышает 4 м/с. При смазывании маслом и при отсутствии охлаждения допустимые значения *p* – до 4 МПа, *v* – до 1 м/с, а величина произведения *pv* – не более 1,5 МПа·м/с.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПАЙКИ

Для соединения отдельных частей изделия применяют металлы или сплавы, называемые припоями. Припои должны хорошо смачивать материал спаиваемых изделий и образовывать с ним растворы, легко растекающиеся по поверхности материала и как бы проникающие в него. Для удаления с поверхностей спаиваемых частей изделия пленок окислов и загрязнений применяют флюсы, которые должны хорошо растворять эти окислы и защищать поверхности от дальнейшего окисления во время пайки.

Припои (табл. 25–29). В зависимости от механических свойств и температуры плавления припои разделяют на две группы: легкоплавкие (низкотемпературные) и тугоплавкие (высокотемпературные). К группе низкотемпературных припоев относят сплавы на основе олова, свинца, кадмия, сурьмы; к группе высокотемпературных припоев – медно-цинковые, медно-никелевые и серебряные.

25. Оловянно-свинцовые припои

Марка	Химический состав, %			Температура плавления, °С	Примерное назначение
	Олово	Свинец	Сурьма		
ПОС 90	89 – 90	11 – 10	Не более 0,05	220	Пайка радиотелеаппаратуры, электронных и электровакуумных приборов
ПОС 61	59 – 61	40 – 38	Не более 0,05	190	То же
ПОС 40	39 – 40	59 – 58	Не более 0,05	238	Пайка и лужение в машиностроении
ПОС 30	29 – 30	69 – 68	Не более 0,05	256	То же
ПОСК 50 – 18	49 – 51	51 – 49	–	145	Пайка, грунтовка кузовов легковых и кабин грузовых автомобилей
ПОССу 4 – 6	3 – 4	Остальное	5 – 6	270	Пайка в электроламповой промышленности
ПОССу 8 – 3	7 – 8	»	2 – 3	290	То же

26. Серебряные припои (ГОСТ 19738 – 74)

Марка	Химический состав, %					Температура, °С		Примерное назначение
	Серебро	Медь	Цинк	Примеси не более		начала кристаллизации	конца кристаллизации	
				всего	в том числе свинца			
ПСр 10	10 ± 0,3	53 ± 1	$37^{+1,5}_{-2,0}$	0,3	0,15	850	815	Пайка примусовых горелок
ПСр 12М	12 ± 0,3	52 ± 1	$36^{+1,5}_{-2,0}$	0,3	0,15	825	780	Пайка деталей из латуни, содержащей меди 58 % и более
ПСр 25	25 ± 0,3	40 ± 1	$35^{+1,5}_{-2,0}$	0,3	0,15	775	745	Пайка тонких деталей, когда требуется чистота места пайки
ПСр 45	45 ± 0,5	30 ± 0,5	$25^{+1,0}_{-1,5}$	0,3	0,10	725	660	Пайка медных и бронзовых деталей
ПСр 50	50 ± 0,5	$50^{+0,5}_{-0,7}$	—	0,15	0,005	850	779	Пайка тонкой стальной проволоки
ПСр 65	65 ± 0,5	20 ± 0,5	$15^{+1,0}_{-1,5}$	0,2	0,12	—	—	Пайка ленточных пил
ПСр 70	70 ± 0,5	26 ± 0,5	4 ± 1,0	0,20	0,1	755	730	Пайка проводов в тех случаях, где места спая не должны резко уменьшать электропроводность
ПСр 72	72 ± 0,5	$28^{+0,5}_{-0,7}$	—	0,25	0,005	779	779	Пайка заготовок при изготовлении троллейных проводов

Примечание. Кроме марок припоев, указанных в таблице, ГОСТом предусмотрены следующие марки припоев: ПСр 71; ПСр 25Ф; ПСр 15; ПСр 50Кд; ПСр 37,5; ПСр 3Кд; ПСр 62; ПСр 3; ПСр 2,5; ПСр 2; ПСр 1,5.

27. Медно-цинковые припои (ГОСТ 23137–78)

Марка	Химический состав, %		Температура плавления, °С	Примерное назначение
	Медь	Цинк		
ПМЦ 36	34–38	66–62	800–823	Пайка деталей из латуни, содержащей 60–68 % меди, и тонкое паяние по бронзе
ПМЦ 48	46–50	54–50	860–870	Пайка деталей из латуни, содержащей более 68 % меди
ПМЦ 54	52–56	48–44	865–888	Пайка деталей из меди, бронзы, стали и жести

Примечание. В составе медно-цинковых припоев допускаются примеси железа – не более 0,1 % и свинца – не более 0,5 %.

28. Химический состав (%) и температура (°С) плавления низкотемпературных припоев

Олово	Свинец	Висмут	Кадмий	Температура плавления	Олово	Свинец	Висмут	Кадмий	Температура плавления
41,5	44,8	13,7	–	160	15,5	32	52,5	–	96
48,1	34,6	17,3	–	155	13	27	50	10	70
40	40	20	–	113					

29. Химический состав (%) и температура (°С) плавления припоев для пайки алюминия и его сплавов

Цинк	Олово	Алюминий	Кадмий	Температура плавления	Цинк	Олово	Алюминий	Кадмий	Температура плавления
25	55	–	20	150–250	8	78	9	5	–
23	71	6	–	265–375	25	40	15	20	–

При выборе припоя нужно учитывать его особенности и назначение спаиваемых изделий. Высокое качество пайки получают при использовании серебряных припоев, однако пользоваться ими следует только в том случае, когда нельзя применить более дешевые. Для специальных целей применяют особо легкоплавкие припои с температурой плавления 70–160 °С.

Для пайки никеля применяют припои следующего состава, %: медь 38, цинк 50, никель 12 или медь 35, цинк 57, никель 8.

Флюсы (табл. 30 и 31). В качестве флюсов применяют хлористый цинк, канифоль, буру, борную кислоту и др. Их наносят на место спая

в виде порошков или паст, а на прутки припоя или детали – в виде покрытий, полученных погружением в кипящий концентрированный водный раствор флюса. Различают флюсы для низкотемпературной и высокотемпературной пайки.

30. Наиболее распространенные составы флюсов для низкотемпературной пайки

Компоненты	Содержание, %	Область применения
Канифоль	100	Пайка деталей из меди и медных сплавов
Насыщенный раствор хлористого цинка в соляной кислоте	—	Пайка деталей из коррозионностойкой стали
Хлористый цинк Фтористый натрий	95 5	Пайка деталей из алюминия алюминиевым мягким припоем
Паста: насыщенный водный раствор цинка метанол глицерин	 34 33 33	Низкотемпературная пайка паяльной лампой

31. Наиболее распространенные составы флюсов для высокотемпературной пайки

Компоненты	Содержание, %	Область применения
Бура	100	Пайка деталей из меди, бронзы и стали
Бура плавленая Поваренная соль Поташ кальцинированный	72 14 14	Пайка деталей из латуни и бронзы, а также при пайке серебром
Бура плавленая Борная кислота	90 10	Пайка деталей из меди, стали и других металлов
Бура плавленая Борная кислота (разведенная в растворе хлористого цинка)	50 50	Пайка деталей из нержавеющей и жаропрочной стали
Бура Хлористый цинк Марганцевокислый калий	60 38 2	Пайка деталей из чугуна

Продолжение табл. 31

Компоненты	Содержание, %	Область применения
Бура плавленая Фтористый калий Борная кислота	50 40 10	Пайка деталей из титанокарбидных твердых сплавов на режущий инструмент
Хлористый литий Фтористый калий Хлористый цинк Хлористый калий	35 – 26 12 – 16 8 – 15 40 – 59	Пайка деталей из алюминия и его сплавов алюминиевыми припоями

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Смазочные материалы разделяются на жидкие смазочные масла, мази, или пластичные смазки, и специальные смазочные материалы. Они применяются для уменьшения трения между твердыми поверхностями, для предохранения вращающихся частей от преждевременного изнашивания, а также уменьшения механических потерь в механизмах и предохранения металлов от коррозии.

Смазочные материалы выбирают в зависимости от условий работы механизмов: нагрузки на трущиеся части, скорости вращающихся и движущихся частей, а также температуры окружающей среды. Чем больше нагрузка, тем выше должна быть вязкость масла; чем выше скорость, тем меньше вязкость масла; чем ниже температура окружающей среды, тем меньше вязкость масла и наоборот.

Смазочные масла бывают растительного, животного и минерального происхождения. Минеральные масла приготовляют из остатков перегонки нефти (мазута); они отличаются большей стойкостью к действию кислорода воздуха и температуры, чем растительные.

Смазочные масла по применению делятся на: масла моторные – для авиационных газотурбинных двигателей, карбюраторных двигателей, дизельных двигателей; масла специальные – турбинные, компрессорные, цилиндровые и изоляционные; масла трансмиссионные, в том числе для гидропередач, гидродинамических и гидрообъемных приводов; масла индустриальные; масла различного назначения.

Масла моторные с присадками применяются для смазывания двигателей внутреннего сгорания широкого применения (автомобилей, тракторов, морских и речных судов, тепловозов, сельскохозяйственных и строительных машин и др.).

Масла моторные авиационные МС-14, МС-20 и МК-22 селективной и серно-кислотной очистки вырабатываются из малосернистых парафиновых и беспарафиновых нефтей. Масло МС-20С – вырабатывается из сернистых восточных и западно-сибирских нефтей. Физико-химические показатели авиационных масел должны соответствовать требованиям ГОСТ 21743–76.

32. Масла, рекомендуемые для смазывания машин

Марка масла и номер ГОСТа	Вязкость кинематическая, м^2/с	Температура, °С		Содержание примесей, %, не более	Область применения
		вспышки, не ниже	застывания, не выше		
Гидравлическое ВНИИ НП-403, ГОСТ 16728–78	При 50 °С $(25 \div 34)10^{-6}$	200	–20	0,007 механических	В качестве рабочей жидкости гидросистем объемного типа металлорежущих станков автоматических линий, индивидуальных тяжелых прессов и другого промышленного оборудования, а также в циркуляционных системах смазки металлорежущих станков и в механизмах, работающих на масле с аналогичными свойствами
ВНИИ НП-401, ГОСТ 11058–75	При 50 °С $(16{,}5 \div 30)\,10^{-6}$ При 100 °С не менее 4,5	170	–15	0,1–0,3 золы; 0,03 механических	Для смазывания направляющих скольжения металлорежущих станков с целью обеспечения равномерности медленных движений и точности установочных перемещений суппортов и других узлов станков
ПС-28, ГОСТ 12672–77	При 100 °С $(26 \div 30)\,10^{-6}$	250	–10	1,5 серы	Для смазывания тяжелонагруженных прокатных станов
П-28, ГОСТ 6480–78	При 100 °С $(26 \div 30)\,10^{-6}$	285	–10	–	То же
Веретенное АУ, ГОСТ 1642–75	При 20 °С $49 \cdot 10^{-6}$ При 50 °С $(12 \div 14)\,10^{-6}$	163	–45	0,005 золы	Для гидросистем
Консервационное ГОСТ 12328–77:					
НГ-203 А	При 100 °С $(25 \div 50)\,10^{-6}$	180	–	3,0 золы	Для долговременной защиты от атмосферной коррозии изделий и механизмов, хранящихся под укрытием или в упаковке
НГ-203 Б	$(10 \div 15)\,10^{-6}$	170	–	2,0 золы	
НГ-203 В	При 50 °С $(25 \div 33)\,10^{-6}$	150	–	1,5 золы	

Продолжение табл. 32

Марка масла и номер ГОСТа	Вязкость кинематическая, м²/с	Температура, °C		Содержание примесей, %, не более	Область применения
		вспышки, не ниже	застывания, не выше		
Консервационное НГ-204у, ГОСТ 18974–75	При 100 С $(15 \div 35)\,10^{-6}$	140	–	0,1 механических	Для долговременной защиты от атмосферной коррозии наружных и внутренних поверхностей для изделий машиностроительной промышленности из черных, цветных металлов и их сплавов в условиях эксплуатации, транспортирования и хранения
Индустриальные общего назначения, ГОСТ 20799–75:	При 50 °С:			0,005 золы (для всех марок)	Для смазывания различного промышленного оборудования, где не требуются специальные масла с присадками в технологических процессах, и в качестве базовых масел при производстве масел с присадками
И-5А	$(4 \div 5)\,10^{-6}$	120	–25		
И-8А	$(6 \div 8)\,10^{-6}$	130	–20		
И-12А	$(10 \div 14)\,10^{-6}$	165	–30		
И-20А	$(17 \div 23)\,10^{-6}$	180	–15		
И-25А	$(24 \div 27)\,10^{-6}$	180	–15		
И-30А	$(28 \div 33)\,10^{-6}$	190	–15		
И-40А	$(35 \div 45)\,10^{-6}$	200	–15		
И-50А	$(47 \div 55)\,10^{-6}$	200	–20		
И-70А	$(65 \div 75)\,10^{-6}$	200	–10		
И-100А	$(90 \div 118)\,10^{-6}$	210	–10		
Приборное МВП, ГОСТ 1805–76	При 50 °С $(6{,}5 - 8{,}0)\,10^{-6}$	125	–60	0,005 золы	Для смазывания контрольно-измерительных приборов, работающих при температурах от +110 до –60 °С, наполнения масляно-пневматических амортизаторов и при изготовлении смазок
Турбинные, ГОСТ 32–74:	При 50 °С:				Применяются в подшипниках и вспомогательных механизмах турбоагрегатов (паровых и газовых турбин, турбоком-
$Т_{22}$	$(20 \div 23)\,10^{-6}$	180	–15	0,005	
$Т_{30}$	$(28 \div 32)\,10^{-6}$	180	–10	золы	
$Т_{46}$	$(44 \div 48)\,10^{-6}$	195	–10	0,005 золы	

Продолжение табл. 32

Марка масла и номер ГОСТа	Вязкость кинематическая, м²/с	Температура, °С		Содержание примесей, %, не более	Область применения
		вспышки, не ниже	застывания, не выше		
T_{57}	$(55 \div 59)10^{-6}$	195	—	0,010 золы 0,030 золы	прессорных машин, гидротурбин), а также для работы в системах регулирования этих машин в качестве гидравлической жидкости
Компрессорные, ГОСТ 1861–73:	При 100 °С				Для поршневых и ротационных компрессоров и воздуходувок
К–12	$(11 \div 14)10^{-6}$	216	–25	0,015 золы, 0,3 серы	
К-19	$(17 \div 21)10^{-6}$	245	–5	0,3 серы	
Цилиндровые тяжелые, ГОСТ 6411–76:	При 100 °С:				Для смазывания паровых машин, работающих на перегретом паре, и механизмов, работающих с большими нагрузками и малыми скоростями
38	$(32 \div 50)10^{-6}$	300	+17	0,05 воды	
52	$(50 \div 70)10^{-6}$	310	–5	0,05 воды	
АМГ-10, ГОСТ 6794–75	При 50 °С $10 \cdot 10^{-6}$ При –50 °С $1250 \cdot 10^{-6}$	200 (начало кипения)	–70	0,003 механических	Предназначено для гидравлических устройств как рабочая жидкость
Компрессорное КС-19, ГОСТ 9243–75	При 100 °С $(18 \div 22)10^{-6}$	270	–15	1,0 серы	В поршневых и ротационных компрессорах и воздуходувках
Осевые, ГОСТ 610–72:	При 50 °С:				Для смазывания шеек осей колесных пар подвижного состава железных дорог: Л – для летнего периода, З – для зимних условий в особо холодных районах; С – для зимних условий в особо холодных районах
Л	$(42 \div 60)10^{-6}$	135	—	0,4 воды	
З	не ниже $22 \cdot 10^{-6}$	125	–40	0,3 воды	
С	$(12 \div 14)10^{-6}$	125	–55	0,1 воды	
Консервационное К-17, ГОСТ 10877–76	При 100 °С $(15,5 \div 22)10^{-6}$	—	—		Для долговременной защиты от атмосферной коррозии изделий и механизмов, хранящихся под укрытием

33. Пластичные смазочные материалы

Смазочный материал и номер ГОСТа	Температура каплепадения, °С, не ниже	Пенетрация при 25 °С, мм	Допустимая рабочая температура, °С	Область применения
Паста ВНИИ НП-225, ГОСТ 19782–74	–	–	От –60 до +250	Для защиты резьбовых соединений из алюминиевых анодированных сплавов от заедания
			От –60 до +350	То же, для коррозионно-стойкой стали
			От –40 до +300	Для малооборотных тяжелонагруженных узлов трения
ВНИИ НП-207, ГОСТ 19774–74	–	–	От –60 до +200	В подшипниках качения
ВНИИ НП-246, ГОСТ 18852–73	–	–	От –60 до +250	Для смазывания подшипников качения и шестерен, работающих в вакууме 1,33 × $\times 10^{-4}$ Па (10^{-6} мм рт. ст.)
ВНИИ НП-260, ГОСТ 19832–74	200	310–360	От –50 до +180	В скоростных шарикоподшипниках
Графитная (УСсА), ГОСТ 3333–80	77	250	От –20 до +60	Для смазывания грубых тяжелонагруженных механизмов (открытых шестеренчатых передач, резьбовых соединений, ходовых винтов, домкратов, рессор и др.)
Солидол синтетический, ГОСТ 4366–76:		Вязкость эффективная, Па · с, при 0 °С:		Для смазывания узлов трения качения и скольжения различных машин и механизмов. В достаточно мощных механизмах (подшипники, шарниры, блоки и т. д.) смазочный материал работоспособен при более низких температурах (до –50 °С)
пресс-солидол С	75	100	До –20	
солидол С	70	200	Ниже –20	

Продолжение табл. 33

Смазочный материал и номер ГОСТа	Температура каплепадения, °С, не ниже	Пенетрация при 25 °С, мм	Допустимая рабочая температура, °С	Область применения
УНИОЛ-2, ГОСТ 23510–79	200	330–380	От −10 до +160	В централизованных смазочных системах металлургического оборудования
ЦИАТИМ-208, ГОСТ 16422–79	Вязкость при −30 °С, не более 1800 Па·с	300–360 при −15 °С	–	Для смазывания тяжелонагруженных шестеренчатых редукторов гусеничной техники
Лейнерная, РНа 3/15-г3, ГОСТ 5078–80	150	220–270	–	Для смазывания сопрягаемых поверхностей стальных труб и резьб изделий, подвергающихся в процессе эксплуатации периодическому нагреванию до 120 °С
Консервационное К-17, ГОСТ 10877–76	Вязкость кинематическая при 100 °С $(15{,}5 \div 22)\,10^{-6}$, м²/с		Температура застывания не выше −20	Для долговременной защиты от атмосферной коррозии изделий и механизмов, хранящихся под укрытием
МС-70, ГОСТ 9762–76	Вязкость эффективная при 0 °С не более 23 Па·с Температура каплепадения 80 °С		Минимальная температура применения −50 °С	Для смазывания узлов трения и как антикоррозионное покрытие металлических поверхностей приборов и механизмов, соприкасающихся с морской водой; применяется в течение всего года
ВНИИ НП-242, ГОСТ 20421–75	Вязкость эффективная при 0 °С не более 500 Па·с		От −40 до +110	Антифрикционный смазочный материал для подшипников качения, работающих при влажности окружающей среды до 98 %
ВНИИ НП-263, ГОСТ 16862–71	Вязкость, Па·с: при +50 °С – 0,4 при −20 °С – 180		От −50 до +100	Антифрикционно-консервационно-уплотнительный смазывающий материал для резьбовых соединений

Продолжение табл. 33

Смазочный материал и номер ГОСТа	Температура каплепадения, °С, не ниже	Пенетрация при 25 °С, мм	Допустимая рабочая температура, °С	Область применения
Пластичная ГОИ-54п, ГОСТ 3276–74	60	Температура сползания не ниже 48 °С	От −40 до +50	Для смазывания приборов и механизмов и защиты от коррозии металлических поверхностей
Пластичная ПВК, ГОСТ 19537–74	60	Температура сползания не ниже 50 °С	—	Для защиты от коррозии поверхностей металлических изделий
Торсиол-55, ГОСТ 20458–75	60–80	Температура вспышки не ниже 160 °С	От −50 до +50	Защитная антифрикционная смазка для работающих стальных оцинкованных канатов
Солидол жировой, ГОСТ 1033–79:		Вязкость эффективная при 0 °С, Па·с:		Для смазывания подшипников и малонагруженных узлов механизмов
пресс-солидол Ж	75	100	От −50 до +65	
солидол Ж	75	250	До −20	
ЦИАТИМ-205, ГОСТ 8551–74	65	165	От −60 до +5	Для защиты работающих в агрессивных средах неподвижных резьбовых соединений и арматуры. В подвижных соединениях минимальная температура применения смазочного материала −20 °С

Масла автомобильные фенольной селективной очистки АС-6 (М6Б), АС-8 (М8Б), АС-10 (М10Б) применяются для смазывания карбюраторных двигателей автомобилей и тракторов. Физико-химические показатели их должны соответствовать требованиям ГОСТ 10541–78.

Масла дизельные фенольной селективной очистки ДС-8 (М8Б), ДС-8 (М8В), ДС-11 (М10Б) применяются для смазывания автомобильных, тракторных и других быстроходных дизелей. Физико-химиче-

ские показатели их должны соответствовать требованиям ГОСТ 8581–78.

Физико-химические показатели турбинных, компрессорных, цилиндровых и других масел, а также примерное их назначение приведены в табл. 32.

Пластичные (консистентные) смазочные материалы по применению делятся на антифрикционные – общего назначения для обычных и повышенных температур, многоцелевые, термостойкие и морозостойкие;

консервационные – общего назначения;

уплотнительные – арматурные, резьбовые и вакуумные.

Пластичные смазочные материалы (табл. 33) густые пастообразные из минерального масла, загущенного маслами, применяют, когда невозможна частая замена масла, если масло не держится в местах смазывания или когда смазываемое место детали находится под большими нагрузками и смазочное масло выдавливается.

Выбор пластичных смазочных материалов в значительной степени облегчается их маркировкой, так как в обозначениях марок даны основные указания о применении (У – универсальная, Н – низкотемпературная, В – водостойкая, М – морозостойкая и т. п.). Однако этого не всегда достаточно, так как условия работы отдельных механизмов весьма разнообразны. Поэтому, выбирая смазочный материал, необходимо учитывать и его физико-химические свойства, и условия работы механизма.

ПРОКЛАДОЧНЫЕ И НАБИВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для уплотнения плоских стыков и мест выхода движущихся деталей механизмов применяют прокладки, изготовляемые из различных материалов, а также специальные мастики и сальниковые набивки разного типа.

Прокладочные материалы (табл. 34). При монтаже соединений с прокладками необходимо руководствоваться указаниями чертежа или техническими условиями, определяющими вид материала прокладок.

Мастики и мази используют для лучшего уплотнения плоских стыков. Например, для фланцевых соединений водопроводов, работающих при давлении до 2,5 МПа, и паропроводов, рассчитанных на давление до 1,5 МПа, применяют пасту «Феникс» или мазь «Герметик» следующего состава, %: шеллак 36, денатурированный спирт 54, чешуйчатый графит 6, касторовое масло 3, охра 1, а также разведенные на олифе свинцовые белила 60 и свинцовый сурик 40.

Набивки сальниковые волокнистые и комбинированные, сухие и пропитанные применяют для герметизации сальников различных машин и аппаратуры; набивки, пропитанные антифрикционным составом, используют также для смазывания сальников.

Набивки изготовляют трех типов: крученые, плетеные и скатанные.

Некоторые набивки рекомендуется перед монтажом прессовать в виде колец по размерам сальниковой коробки.

34. Материалы для изготовления прокладок

Наименование материала, марка	Характеристика материала (размеры, мм)	Условия применения		
		Рабочая среда	Температура, °С	Рабочее давление, МПа, не более
Паронит ПОН	Листовой материал, изготовляемый из асбеста, каучука и наполнителей; размеры листов: 300 × 400...1500 × 3000, толщина 0,3 – 6	Вода, пар	450	5,0
		Бензин, керосин, масло	20	7,5
УВ-10 (вулканизированный)	Листы 550 × 550, толщина 0,4 – 2,5	Бензин, керосин, масло	100	6,5
Войлок ППрА, ППрБ	Номинальные размеры: 10 – 400	Пыль, удары	–	–
Картон асбестовый	Картон из асбестового волокна с минеральными наполнителями и без наполнителей; размеры сторон листов: 800 – 1000, толщина 2 – 12	Отработанный пар, горючие газы	450	0,15
Картон технический	Толщина листа 0,2 – 0,25; 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,5	Вода, нефть, масло	40	1,0
Шнур асбестовый	Диаметры шнура из хризотилового асбеста с примесью хлопка 3 – 25	–	400	–
Асбометаллическое армированное полотно	Ткань толщиной 0,6; 0,7 и 1,1 изготовлена из красномедной или латунной проволоки, скрученной с асбестовой пряжей	Горячие газы	150	–
Резина (пластины)	Толщина листа 1; 1,5; 3; 4; 5; 6; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20	Вода, воздух, щелочи, кислоты	От –30 до +60	0,3

Продолжение табл. 34

Наименование материала, марка	Характеристика материала (размеры, мм)	Условия применения		
		Рабочая среда	Температура, °C, не более	Рабочее давление МПа, не более
Резина с парусиновой прослойкой	–	Вода, воздух	60	0,6
Резина с металлической сеткой	–	Вода, воздух	90	1,0
Бумага чертежная промасленная	Листы	Масло, керосин, нефть	–	–
Пенька	Длинные волокна, чесанные, без костры, нележалые, светлосерого цвета	Вода	40	0,3
Фибра	Листы толщиной 0,5–2,5, прессованные из специальной бумаги, пропитанной хлористым цинком и другими веществами	Бензин, керосин	80	0,1
Медь	Листы и проволока из меди марок М1 и М3, отожженные	Пар Вода	250 –	3,5 10
Свинец	Листы	Кислоты	–	0,2
Мягкая сталь	–	Вода Пар	– 470	10 –
Полихлорвинил	–	Кислоты, бензин	60	4
Алюминий	Толщина листа 2,0–4,0	Пар Нефть, масла	300 300–400	2 6

Примечание. Прокладки из бумаги или картона пропитывают смесью касторового масла с глицерином или индустриальным маслом, прокладки нефтепроводов и мазутопроводов – керосином или нефтью, прокладки из пеньки – вареным маслом или суриком.

Глава 2

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ СТАЛИ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Операции нагрева и охлаждения металла, в результате которых улучшаются механические и изменяются физические и химические свойства, называются термической обработкой стали. Основными видами этой обработки являются отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Отжиг. Сталь нагревают до одной из температур в интервале превращений, выдерживают при этой температуре, а затем медленно охлаждают до температуры цеха (обычно вместе с печью, а иногда в горячем песке или золе) по определенному режиму.

При отжиге понижается твердость стали, улучшается обрабатываемость резанием, повышается вязкость металла, снимаются внутренние напряжения, вызванные предшествующей обработкой, улучшается структура металла.

Нормализация. Вид отжига, состоящий в нагреве стали выше температуры верхнего превращения и выдержке при этой температуре с последующим охлаждением на воздухе или с печью. Цель нормализации – получение мелкозернистой однородной структуры металла, улучшение обрабатываемости резанием, устранение наклепа после предварительной обработки резанием, подготовка структуры к последующей закалке.

Закалка (табл. 1). Сталь нагревают до одной из температур в интервале превращений или выше его, выдерживают при этой температуре, а затем быстро охлаждают в воде или масле, в масляной эмульсии, в водных растворах солей и других закалочных жидкостях. Продолжи-

1. Цвета каления стали

Цвет каления	Температура, °C	Цвет каления	Температура, °C
Темно-коричневый	550	Ярко- или светло-красный	850
Коричнево-красный	630	Ярко-красный	900
Темно-красный	680	Желто-красный	950
Темно-вишневый	740	Желтый	1000
Вишневый	770	Ярко- или светло-желтый	1100
Ярко- или светло-вишневый	800		

тельность нагрева зависит от сечения и теплопроводности стали. Выбор охлаждающей среды (закалочной жидкости) зависит от сорта стали, размеров и формы деталей, требуемой твердости и других факторов. При закалке достигается повышение прочности и твердости стали.

Поверхностная закалка – нагрев поверхностного слоя изделий (пламенем или токами высокой частоты) и быстрое охлаждение в воде, масле или другой среде. В результате получается высокая твердость поверхности всего изделия или части изделия при минимальной его деформации.

Отпуск (табл. 2). Закаленную сталь нагревают до определенной температуры, затем охлаждают на воздухе или в воде, масле и т. п. Отпуском стали достигается понижение вредного воздействия внутренних напряжений, оставшихся после закалки, уменьшение хрупкости стали, повышение вязкости, улучшение обрабатываемости резанием. Различают высокий, средний и низкий отпуск.

2. Цвета побежалости стали при отпуске

Цвет побежалости	Температура, °C	Цвет побежалости	Температура, °C
Светло-желтый	220	Фиолетовый	280
Золотистый	230	Васильково-синий	300
Коричневый	240	Светло-синий	320
Красно-коричневый	250	Серый	330 – 350
Пурпурный	260		

Примечание. Приведенное в таблице соответствие между температурой нагрева и цветом поверхности металла относится к углеродистой стали. У высоколегированной стали цвета побежалости появляются при более высоких температурах.

Высокий отпуск заключается в нагреве стали до 500–550 °C с последующим охлаждением; при этом виде термообработки снижаются твердость и внутренние напряжения металла. Применяются для деталей, работающих на изгиб, кручение, удар и испытывающих знакопеременные нагрузки.

Средний отпуск заключается в нагреве стали до 300–350 °C с последующим охлаждением; при этом уменьшаются твердость и внутренние напряжения металла. Применяется для рессор и пружин.

Низкий отпуск – нагрев до температуры 150–180 °C с последующим охлаждением – не изменяет твердости, но заметно уменьшает внутренние напряжения. Применяется для режущего инструмента цементированных деталей.

Измерение и контроль температур при термической обработке проводятся особыми приборами – пирометрами. В тех случаях, когда нет

пирометра, можно приблизительно определять температуру нагрева по цвету каления при закалке или по цвету побежалости при отпуске. Цвета каления и побежалости получаются вследствие того, что при нагреве стали ее поверхность покрывается тонкой пленкой окиси, цвет которой меняется в зависимости от ее толщины, освещения и времени выдержки.

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Нагрев стальных изделий вместе с веществами, способными изменять химический состав металла и механические свойства в поверхностном слое изделия, называется химико-термической обработки стали. Основными видами химико-термической обработки являются цементация, азотирование, цианирование и алитирование.

Цементация – насыщение углеродом поверхностного слоя стальной детали при длительном нагревании ее до температуры 900–980 °С в среде, содержащей углерод (в карбюризаторе), и выдержке при этой температуре с последующей закалкой и низким отпуском. В результате такой термической обработки поверхностный слой детали приобретает высокую твердость, прочность и износоустойчивость, а сердцевина остается мягкой и пластичной.

При цементации применяют карбюризаторы следующего состава, %:

1) древесный уголь 95–97,5; углекислый барий 5–2,5;
2) древесный уголь 95–97,5; углекислый натрий 5–2,5;
3) древесный уголь 60–70; углекислый натрий 40–30;
4) древесный уголь 71–76; углекислый барий 14–11; углекислый кальций 5–3; кокс 5; углекислый натрий 10.

Цементация в твердом карбюризаторе. Детали укладывают в металлические ящики и засыпают карбюризатором. После этого ящики замазывают смесью, состоящей из двух частей огнеупорной глины и одной части речного песка. Смесь разводят водой до тестообразного состояния. Затем ящики помещают в печь, предварительно нагретую до 350–400 °С. При температуре 750–800 °С ящики прогреваются насквозь, после чего температуру в печи повышают до 800–980 °С. Время выдержки при цементации определяют по степени цементации образцов (свидетелей), закладываемых в ящики вместе с деталями.

Режимы закалки и отпуска устанавливают в зависимости от марки стали. Так, например, изделия из стали марок 10, 20Х и 20ХГ подвергают закалке при 800–820 °С с последующим отпуском при 180–200 °С; при этом закалку изделий из стали 10 проводят в воде, а из стали марок 20Х и 20ХГ – в масле.

Газовая цементация деталей осуществляется в печах при температуре 700–900 °С пропусканием через них цементирующих газов, содержащих в основном метан и окись углерода.

Жидкостная цементация проводится при нагреве стальных изделий в ванне в смеси расплавленных солей (науглероживающих активизирующих и нейтральных). Лучшие результаты получаются при примене-

нии смеси следующего состава: 15% поваренной соли, 75% кальцинированной соды и 10% карборунда.

Азотирование – насыщение поверхности стальных изделий азотом. Предварительно изделия закаливают в масле и подвергают высокому отпуску при температуре около 550 °С. После термической обработки изделия загружают в печь, через которую при температуре 480–650 °С пропускают аммиак. Процесс продолжается 3–90 ч. Сталь приобретает большую поверхностную твердость при вязкой сердцевине. Азотируют тяжелонагруженные пружины из стали 50ХФА, детали плунжерной пары топливного насоса из конструкционной стали 30Х3ВА, детали из хромомолибденоалюминиевой стали типа 38Х2МЮА и др. Для уменьшения хрупкости деталей применяют двух- и трехступенчатые режимы азотирования, а детали из стали 38Х2МЮА подвергают дополнительно низкотемпературному отпуску при температуре 100–200 °С. Процесс азотирования отличается значительной длительностью.

Антикоррозионное азотирование применяют для изделий из углеродистой и низколегированной стали. Если к деталям предъявляются требования только в отношении устойчивости к коррозии, то после азотирования их закалке не подвергают.

Цианирование – насыщение поверхности деталей из малоуглеродистой стали углеродом (частично азотом) погружением их в ванну с расплавленной цианистой солью. Толщина цианированного слоя (до 0,3 мм) зависит от температуры и продолжительности цианирования, а также от состава соли. Цианируют при температуре 800–840 °С, затем охлаждают на воздухе до 760–780 °С, закаливают в воде или масле и подвергают отпуску при 150–170 °С. Твердость поверхностного слоя после цианирования и закалки повышается до *HRC* 67. Цианируют обычный режущий инструмент, чтобы избежать обезуглероживания поверхностного слоя при нагревании в обыкновенных печах, а также получить более чистые и гладкие поверхности. Детали нагревают почти до температуры закалки в обыкновенной печи, затем погружают на 2–15 мин в цианистую ванну, после чего закаливают. Газовое цианирование заключается в нагреве деталей в газовой среде, содержащей углерод и аммиак. Процесс протекает 1–8 ч при температуре 500–800 °С.

Алитирование – насыщение поверхности стальных деталей алюминием в целях повышения жароупорных свойств. Алитированию подвергают выпускные коллекторы двигателей внутреннего сгорания, трубы паровых котлов и другие детали. При алитировании в твердой среде (в порошке) изделия упаковывают в ящики со смесью, состоящей из 48 % алюминия, 48 % окиси алюминия и 2 % нашатыря; затем выдерживают 5 – 15 ч при температуре 900 – 1050 °С.

Газовое алитирование. Детали помещают в реторту, в одном конце которой находятся куски ферроалюминия. Конец реторты с ферроалюминием нагревают до 600 С, а остальную часть с находящимися в ней изделиями – до 900–1050 °С. Через реторту пропускают хлор или пары HCl в направлении от ферроалюминия к изделиям.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ

Под твердостью понимают способность металла оказывать сопротивление проникновению в него другого, не получающего остаточных деформаций тела. Твердость является одним из важнейших механических свойств металлов.

По степени твердости металла определяют качество инструмента, а также возможность использования металла для изготовления различных деталей машин. Твердость влияет и на обрабатываемость металла – чем тверже металл, тем большее усилие требуется для его обработки. Число твердости имеет разную величину для одного и того же металла при его измерении разными методами: по Бринеллю или Роквеллу, по Виккерсу (по отпечатку алмазной пирамиды), по Шору (по упругому отскоку бойков). Числа твердости, определенные различными методами, приведены в табл. 3.

Твердость по Бринеллю. Определение твердости основано на вдавливании очень твердого стального закаленного шарика диаметром D в поверхность испытуемого образца (изделия) под действием нагрузки P, приложенной в течение определенного времени. После снятия нагрузки измеряют диаметр отпечатка, оставшегося на поверхности образца (изделия).

Число твердости по Бринеллю HB определяется делением нагрузки P на площадь поверхности сферического отпечатка.

При измерении твердости шариком, диаметр которого равен 10 мм, под нагрузкой 3000 кгс с выдержкой 10 с число твердости сопровождается символом HB, например HB 400. При других условиях измерения обозначение HB дополняется индексом, указывающим условия измерения в следующем порядке: диаметр шарика, величина нагрузки и продолжительность выдержки. Например, HB 5/2500/30–200 означает, что число твердости 200 получено при испытании, проведенном шариком $D = 5$ мм под нагрузкой $P = 2500$ кгс, приложенной в течение времени $t = 30$ с. Диаметр шарика и нагрузку выбирают в зависимости от материала и толщины испытываемого изделия согласно данным, приведенным в табл. 4.

Твердость по Роквеллу. Определение твердости основано на вдавливании алмазного наконечника конической формы с углом конуса 120°, а также стального шарика $D = 1{,}59$ мм или 1/16″ в поверхность испытуемого образца.

Отсчет твердости при испытании по методу Роквелла проводят по шкале прибора: C – при использовании алмазного наконечника под нагрузкой 150 кгс (число твердости HRC), A – при применении алмазного наконечника под нагрузкой $P = 60$ кгс (число твердости HRA) и B – твердость HRB определяется стальным шариком под нагрузкой 100 кгс. Правила определения твердости по Роквеллу указаны в ГОСТ 9013 – 59.

Твердость по Виккерсу. Измерение твердости металлов осуществляется вдавливанием правильной четырехгранной пирамиды в по-

3. Числа твердости, определенные различными методами

Диаметр отпечатка по Бринеллю, мм (диаметр шарика 10 мм, нагрузка 3000 кгс)	Число твердости			
	По Бринеллю *HB*	По Роквеллу *HRC* (шкала *C* – алмазный конус, нагрузка 150 кгс)	По Виккерсу (отпечаток правильной четырехгранной пирамиды)	По Шору (упругий отскок бойка)
5	143	–	143	23
4,9	149	–	149	24
4,8	156	–	155	26
4,7	163	2	162	27
4,6	170	4	171	28
4,5	179	7	178	29
4,4	187	9	186	30
4,3	197	12	197	31
4,2	207	14	208	33
4,1	217	17	217	34
4	229	20	228	36
3,9	241	23	240	38
3,8	255	25	255	40
3,7	269	27	270	42
3,6	285	29	285	44
3,5	302	31	303	46
3,4	321	33	320	49
3,3	341	36	344	51
3,2	363	39	380	54
3,1	388	41	401	57
3	415	43	435	61
2,9	444	46	474	64
2,8	477	49	534	68
2,7	514	52	587	73
2,6	555	56	650	78
2,5	600	60	746	84
2,4	653	64	868	91
2,35	682	66	941	94
2,3	712	68	1022	98
2,25	745	70	1116	102
2,2	780	72	1220	106

верхность испытуемого образца под действием нагрузки P, приложенной в течение определенного времени. После снятия нагрузки измеряют диагонали d отпечатка, оставшегося на поверхности образца. Число твердости определяется делением нагрузки P на площадь F боковой поверхности полученного от вдавливания пирамиды отпечатка.

Условное обозначение числа твердости сопровождается символом HV, причем указание размерности опускается. Это обозначение дополняется индексом, указывающим величину нагрузки P и продолжительность ее приложения при условии, если последняя отличает-

4. Выбор диаметра шарика и нагрузки в зависимости от материала образца

Материал	Толщина испытываемого образца, мм	Интервал твердости *HB*	Соотношение между нагрузкой *P* и диаметром *D* шарика	Диаметр *D* шарика, мм	Нагрузка, *P*, кгс	Выдержка под нагрузкой, с
Черные металлы	6–3 4–2 До 2	140–150	$P = 30D^2$	10 5 2,5	3000 750 187,5	10
	Св. 6 6–3 До 3	<140	$P = 10D^2$	10 5 2,5	1000 250 62,5	
Цветные металлы	6–3 4–2 До 2	>130	$P = 30D^2$	10 5 2,5	3000 750 187,5	30
	9–3 6–3 До 3	35–130	$P = 10D^2$	10 5 2,5	1000 250 62,5	
	Св. 6 6–3 До 3	8–35	$P = 2D^2$	10 5 2,5	250 62,5 15,6	60

ся от выдержки, указанной в ГОСТе, на 10–15 с. Например, *HV* 100/30–500 означает число твердости – 500, получено под нагрузкой $P = 100$ Н, приложенной в течение 30 с.

Алмазный наконечник представляет собой правильную четырехгранную пирамиду с углом между противоположными гранями при вершине $\alpha = 136° \pm 30''$. При измерении твердости алмазной пирамидой применяется одна из следующих нагрузок, Н: 50; 100; 200; 300; 500; 1000. Небольшая глубина проникновения алмазной пирамиды позволяет испытывать изделия малой толщины (до 0,3 мм). Для закаленной стали глубина проникновения не превышает 0,015 мм, что дает возможность определять твердость деталей с обработанным поверхностным слоем (цементированных, поверхностно-закаленных, азотированных и пр.). Измерение твердости алмазной пирамидой (метод Виккерса) применяется для черных и цветных металлов и их сплавов, а также для тонких поверхностных слоев и покрытий с твердостью 8–1000 ед. при температуре (20 ± 10) °С. Метод определения твердости металлов по Виккерсу приведен в ГОСТ 2999–75 и СТ СЭВ 470–77.

Твердость по Шору определяется по высоте упругого отскока бойка массой 2,5 г с алмазным наконечником, свободно падающего с определенной высоты, и обозначается символом $H_{от}$. Этот метод удобен для определения твердости закаленных деталей.

Глава 3

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ

КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ

В зависимости от назначения средства измерения и контроля линейных и угловых величин подразделяют на следующие группы.

Калибры гладкие (гладкие скобы, кольца, пробки, нутромеры, калибры для высот, глубин и уступов) – для контроля гладких валов и отверстий, высот, глубин, уступов и длин.

Калибры резьбовые (резьбовые скобы, кольца и пробки) – для контроля наружной и внутренней резьб.

Калибры комплексные и профильные (калибры шлицевые, пазовые и шпоночные, калибры для конусов, углов и др.) – для контроля форм и положения поверхностей деталей, узлов и изделий.

Меры и поверочный инструмент (меры длины концевые и штриховые, меры угловые, щупы, линейки, плиты, проволочки, угольники, малки, образцы шероховатости поверхности) – для проверки прямолинейности и параллельности плоскостей, угловых величин и шероховатости поверхности изделий.

Приборы и инструменты нониусные (штангенциркули, глубиномеры, рейсмусы, микрометры, микрометрические нутромеры и глубиномеры, угломеры, уровни) – для контроля и измерения линейных и угловых размеров, наружных и внутренних размеров цилиндрических поверхностей, элементов резьбы и зубчатых зацеплений.

Приборы и инструмент механические (микрометры и скобы, индикаторы, миниметры, синусные линейки с миниметром) – для контроля и измерения линейных размеров, наружных и внутренних размеров цилиндрических поверхностей, углов, элементов формы, размеров резьб и зубчатых зацеплений.

Оптико-механические, электромеханические, пневматические и другие измерительные средства.

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Цена деления шкалы прибора – значение измеряемой величины, соответствующее одному делению шкалы.

Точность измерений – качество измерений, отражающее близость результатов к истинному значению измеряемой величины.

Пределы измерений – наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений.

Измерительное усилие – усилие, возникающее в процессе измерения между контактирующими поверхностями изделия и прибора.

Погрешность показаний – разность между показаниями прибора и действительным значением измеряемой величины.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Измерительные линейки и метры складные со штриховыми шкалами применяются для измерений расстояний между двумя точками путем непосредственного сравнения их со шкалой линейки или метра. Размеры основных элементов шкал линеек и метров приведены в табл. 1.

Измерительные рулетки со штриховыми шкалами применяются для измерения расстояний и линейных размеров путем непосредственного сравнения со шкалой рулеток.

Рулетки измерительные металлические (ГОСТ 7502–80) изготовляются пяти типов и трех классов точности. Типы рулеток, их обозначения и классы точности приведены в табл. 2.

1. Линейки измерительные и метры складные

Наименование, номер ГОСТа, параметры	Размеры, мм
Линейки измерительные металлические, ГОСТ 427 – 75 Определение величины расстояний между двумя точками путем непосредственного сравнения со шкалой линейки. Точность измерения на глаз между двумя штрихами 0,25 мм. Цена деления 0,5 и 1 мм. Отклонения от номинальных значений длин отдельных сантиметровых делений линеек не должны превышать ±0,1 мм, миллиметровых и полумиллиметровых делений ±0,05 мм	Длина: 150; 300; 500; 1000. Допустимые отклонения общей длины линеек и расстояния от любого штриха до начала или конца шкалы равны: ±0,1 при длине линеек до 300; ±0,15 при длине св. 300 до 500; ±0,2 при длине св. 500 до 1000
Метры складные металлические Для линейных измерений путем непосредственного сравнения измеряемых размеров со шкалой мер. Отклонения от номинальных значений длин отдельных дециметровых делений не должны превышать ±0,5 мм; сантиметровых делений, включая стыковые, ±0,3 мм; миллиметровых ±0,2 мм	Длина 1000 (в развернутом виде). Допустимые отклонения для всей длины метра и расстояний от любого штриха до обоих концов метра ±1,0. Ширина пластины (звена) 10 – 20. Толщина 0,4 – 0,6

Примечание. Линейки с верхним пределом измерения 150 и 300 мм должны изготовляться с двумя шкалами, с верхним пределом измерения 500 и 1000 мм – с одной шкалой.

2. Рулетки измерительные металлические

Наименование	Типоразмер	Длина шкалы, м	Класс точности	Допускаемые отклонения действительной длины (±), мм, не более		
				1-й класс	2-й класс	3-й класс
Самосвертывающиеся РС	РС-1 РС-2	1 2	3	– –	– –	0,4 0,8
Желобчатые РЖ	РЖ-1 РЖ-2	1 2	3	– –	– –	0,4 0,8
В закрытом корпусе РЗ	РЗ-2 РЗ-5	2 5	2 и 3	– –	0,4 1,0	0,8 2,0
	РЗ-10 РЗ-20	10 20	1, 2 и 3	0,5 1,0	1,0 2,0	2,5 4,0
	РЗ-30 РЗ-50	30 50	2 и 3	– –	3,0 5,0	5,0 7,0
На крестовине РК	РК-50 РК-75 РК-100	50 75 100	1, 2 и 3 2 и 3	2,0 – –	5,0 7,5 10,0	7,0 10,0 14,0
На вилке РВ	РВ-20 РВ-30 РВ-50	20 30 50	1, 2 и 3 2 и 3	1,0 – –	2,0 3,0 5,0	4,0 5,0 7,0
Отдельные деления:						
дециметровые и метровые				0,2	0,3	0,4
сантиметровые				0,1	0,2	0,3
миллиметровые				0,05	0,1	0,2

Примечание. Металлические измерительные рулетки со штриховыми шкалами предназначены для измерений линейных размеров непосредственным сравнением со шкалой рулеток.

Рулетки измерительные неметаллические (ГОСТ 11900–66) изготовляются двух типов:

РТ – рулетки тесьмянные с проволочной стабилизирующей основой для измерения расстояний в геодезии, маркшейдерском деле и строительстве;

РП – рулетки и меры портновские без стабилизирующей основы, для измерения размеров в швейной промышленности и в быту.

Длины шкал рулеток приведены ниже.

Типоразмер	РТ-3	РТ-5	РТ-10	РТ-20	РП-1	РП-1,5	РП-2
Длина шкалы, м	3	5	10	20	1	1,5	2

Размеры основных элементов шкал рулеток приведены в табл. 3.

Штангенциркули (ГОСТ 166–80) со значениями отсчета по нониусу 0,05 и 0,1 мм предназначаются для измерения наружных и внутренних размеров до 2000 мм. Существуют следующие типы штангенциркулей:

3. Размеры (мм) основных элементов шкал рулеток (ГОСТ 11900–66)

Параметры	Тип рулетки	
	РТ	РП
Цена делений:		
на первом дециметре	10	1 или 5
на остальной части шкалы	10	5
Ширина штрихов	0,5 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Разница в ширине в пределах одной шкалы, не более	0,1	0,1
Длина штрихов:		
миллиметровых	–	3 ± 1
пятимиллиметровых	–	4 ± 1, но длиннее миллиметровых не менее чем на 1 мм
сантиметровых	6 ± 1	На ширину ленты
пятисантиметровых	8 ± 1, но длиннее сантиметровых не менее чем на 1,5 мм	То же
дециметровых и метровых	На ширину ленты	»
Вертикальные размеры цифр, не менее:		
сантиметровых	–	5
дециметровых	8	5
метровых	7	5
метровых, проставляемых возле дециметровых штрихов	5	5

Примечание. Пятисантиметровые штрихи рулеток типа РТ должны отмечаться дополнительно стрелкой на конце штриха.

4. Пределы измерений и значения отсчета по нониусу штангенциркулей различных типов

Параметр	ШЦ-I; ЩЦТ-I	ШЦ-II; ЩЦ-III	ШЦ-III
Значение отсчета по нониусу (один нониус), мм	0,1	0,05; 0,1	0,1
Пределы измерений, мм	0–125	0–160; 0–200; 0–250	0–315; 0–400; 0–500; 250–630; 250–800; 320–1000; 500–1250; 500–1600; 800–2000

ШЦ-I – двусторонние с глубиномером; ШЦТ-I – односторонние с покрытием из твердого сплава с глубиномером; ШЦ-II – двусторонние (рис. 1); ШЦ-III – односторонние (рис. 2).

Пределы измерений штангенциркулей различных типов приведены в табл. 4.

Штангенглубиномеры (ГОСТ 162–80) со значениями отсчета по нониусу 0,05 мм (рис. 3), предназначенные для измерения размеров (глубин) до 400 мм, следует изготовлять с длиной основания 120 мм и следующими пределами измерений: 0–160; 0–200; 0–250; 0–315; 0–400.

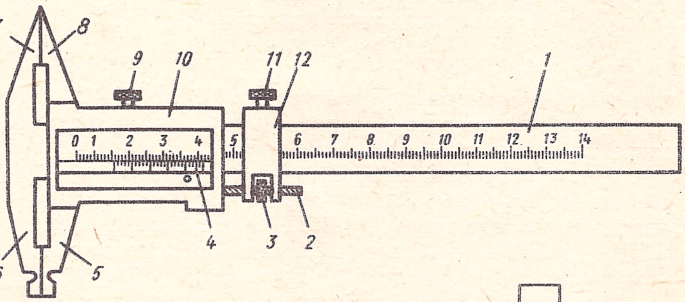


Рис. 1. Штангенциркуль ШЦ-II с точностью отсчета по нониусу 0,05 мм:

1 – штанга; *2* – микрометрический винт; *3* – гайка; *4* – нониус; *5* и *6* – губки нижние; *7* и *8* – губки верхние; *9* и *11* – стопорные винты; *10* – рамка; *12* – хомутик

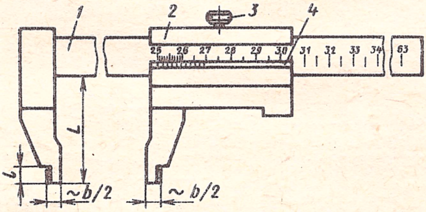


Рис. 2. Штангенциркуль ШЦ-III с точностью отсчета по нониусу 0,10 мм:

1 – штанга; *2* – рамка; *3* – зажим рамки; *4* – нониус

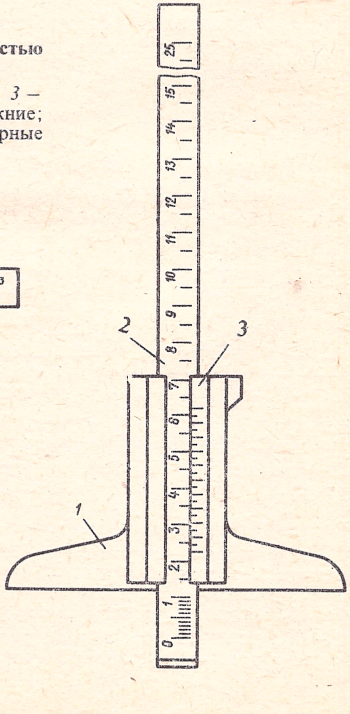


Рис. 3. Штангенглубиномер:

1 – рамка; *2* – штанга; *3* – нониус

Глубиномеры микрометрические с ценой деления 0,01 мм (ГОСТ 7470–78) предназначены для измерения глубины пазов и высоты уступов до 150 мм. Глубиномеры (рис. 4) должны изготовляться 1- и 2-го классов точности.

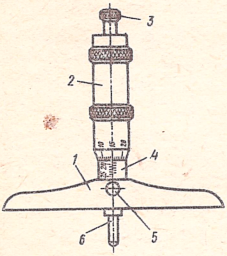
Основные параметры и размеры глубиномеров должны соответствовать следующим данным.

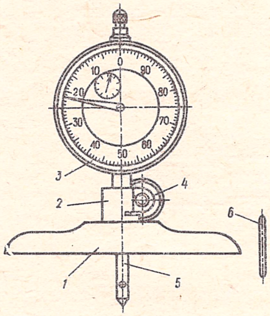
Диапазоны измерений, мм	0 – 25; 25 – 50; 50 – 75; 75 – 100; 100 – 125; 125 – 150
Величина измерительной пластины, мм	100 × 125
Шаг микрометрического винта, мм	0,5
Посадочный диаметр измерительного стержня, мм	4,5*h*8
Измерительное усилие, сН	300 – 700

Глубиномеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм (ГОСТ 7661–67) предназначены для измерения с помощью набора измерительных стержней глубины пазов и отверстий, а также высоты уступов до 100 мм (рис. 5). Пределы измерений, мм: 0 – 10; 10 – 20; 20 – 30; 30 – 40; 40 – 50; 50 – 60; 60 – 70; 70 – 80; 80 – 90; 90 – 100.

Индикаторы часового типа (ГОСТ 577–68) предназначены для измерения длин деталей относительным методом или для проверки взаимного положения деталей в машинах, их геометрической формы и т. п. (рис. 6). Изготовляют следующие типы индикаторов:

тип I – с перемещением измерительного стержня параллельно шкале и с пределами измерений, мм: 0–5; 0–10 и 0–2; 0–3;





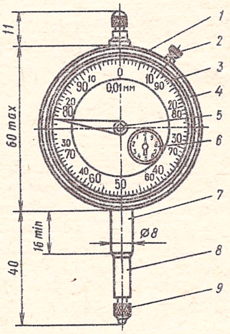


Рис. 4. Глубиномер микрометрический:

1 – основание; *2* – барабан; *3* трещотка; *4* – нониус; *5* – стопор; *6* – измерительный стержень

Рис. 5. Глубиномеры индикаторные:

1 – основание; *2* – державка; *3* – ин катор; *4* – винт; *5* – сменный измерительный стержень; *6* – ключ

Рис. 6. Индикатор часового типа:

1 – корпус; *2* – стопор; *3* – циферблат; *4* – ободок; *5* – стрелка; *6* – указатель числа оборотов; *7* – гильза; *8* – измерительный стержень; *9* – наконечник

тип II – торцовые с перемещением измерительного стержня перпендикулярно к шкале и с пределом измерений 0,2 и 0,3 мм.

Индикаторы рычажно-зубчатые с ценой деления 0,01 мм (ГОСТ 5584–75) с изменяемым положением измерительного рычага относительно корпуса изготовляют двух типов:

ИРБ – боковые со шкалами, параллельными оси измерительного рычага в среднем положении (рис. 7);

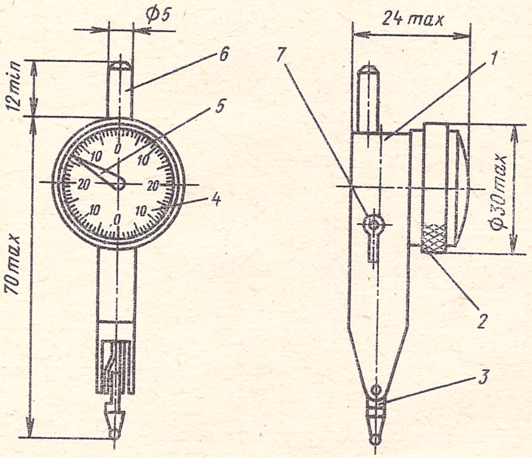


Рис. 7. Индикатор ИРБ:

1 – корпус; *2* – обойма; *3* – измерительный рычаг; *4* – циферблат; *5* – стрелка; *6* – присоединительный штифт; *7* – переключатель

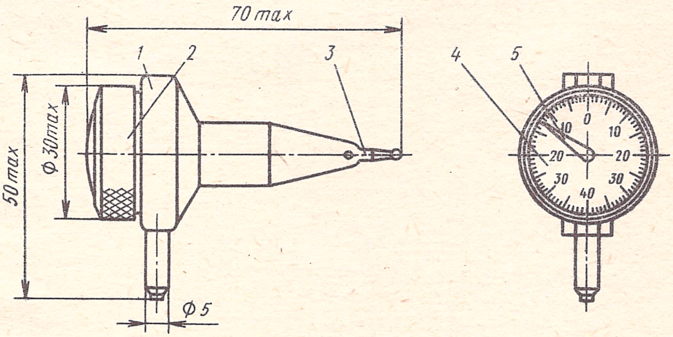


Рис. 8. Индикатор ИРТ:

1 – корпус; *2* – ободок; *3* – измерительный рычаг; *4* – циферблат; *5* – стрелка

ИРТ – торцовые со шкалами, перпендикулярными к оси измерительного рычага в среднем положении и к плоскости его поворота (рис. 8).

Штангенрейсмасы (ГОСТ 164–80) применяют для измерений и разметки размеров до 2500 мм. Прибор (рис. 9) имеет значения отсчета по нониусу 0,05 и 0,1 мм, а также следующие пределы измерений, мм: 0 – 250; 40 – 400; 60 – 630; 100 – 1000; 600 – 1600; 1500 – 2500. Вылет ножек штангенрейсмаса не должен быть меньше 50; 60; 125; 160 мм.

Рычажные микрометры изготовляются с верхним пределом измере-

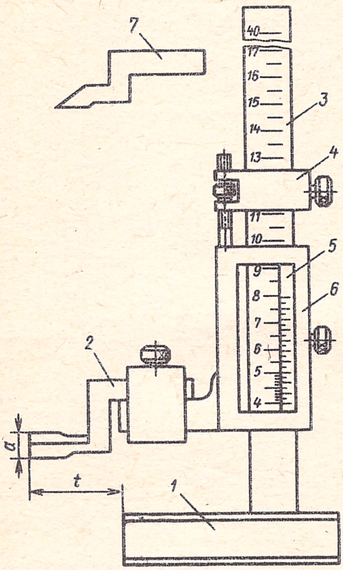
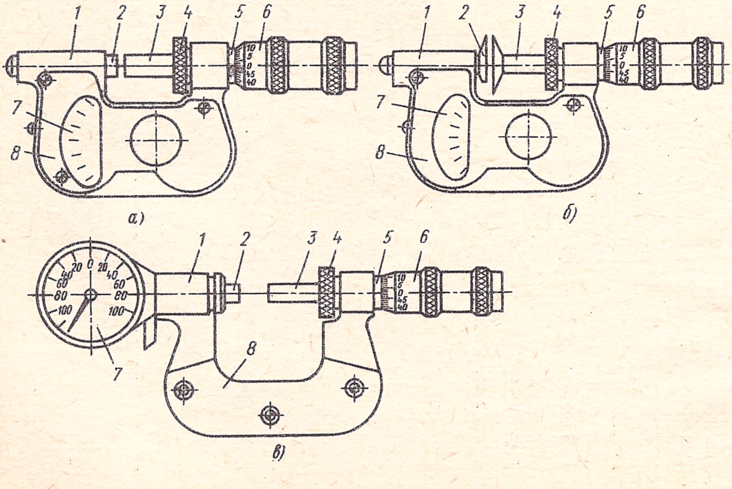


Рис. 9. Штангенрейсмас:

1 – основание; *2* – измерительная ножка; *3* – штанга; *4* – микрометрическая подача; *5* – нониус; *6* – рамка; *7* – разметочная ножка

Рис. 10. Микрометры рычажные:

1 – скоба; *2* – подвижная пятка; *3* – микрометрический винт; *4* – стопор; *5* – стебель; *6* – барабан; *7* – отсчетное устройство; *8* – теплоизоляционная накладка



ний до 2000 мм и отсчетным устройством с ценой деления 0,002 и 0,01 мм. Различают следующие типы микрометров:

МР – рычажные (рис. 10, *а*) с отсчетным устройством, встроенным в корпус, для измерения наружных размеров до 100 мм включительно;

МРЗ – рычажные зубомерные (рис. 10, *б*) с отсчетным устройством, встроенным в корпус, для измерения длины общей нормали зубчатых колес;

МРИ – рычажные, оснащенные отсчетным устройством (рис. 10, *в*).

5. Основные параметры рычажных микрометров, мм

<table>
<tr><th rowspan="2">Тип микрометра</th><th rowspan="2">Предел измерений</th><th colspan="2">Отсчетное устройство</th><th rowspan="2">Цена деления барабана микрометра</th><th rowspan="2">Величина перемещения микрометрического винта</th></tr>
<tr><th>Цена деления</th><th>Диапазон показаний, не менее</th></tr>
<tr><td>МР</td><td>0 – 25
25 – 50
50 – 75
75 – 100</td><td rowspan="4">0,002</td><td rowspan="3">± 0,14</td><td rowspan="7">0,01</td><td>25</td></tr>
<tr><td rowspan="2">МРЗ</td><td>0 – 20</td><td>20</td></tr>
<tr><td>20 – 45</td><td rowspan="5">25</td></tr>
<tr><td rowspan="4">МРИ</td><td>100 – 125
125 – 150
150 – 200
200 – 250
250 – 300
300 – 400
400 – 500</td><td>± 0,10</td></tr>
<tr><td>300 – 400
400 – 500
500 – 600</td><td rowspan="3">0,01</td><td>2,0</td></tr>
<tr><td>600 – 700
700 – 800
800 – 900
900 – 1000</td><td>5,0</td></tr>
<tr><td>1000 – 1200
1200 – 1400
1400 – 1600
1600 – 1800
1800 – 2000</td><td>10,0</td></tr>
</table>

Микрометрами типа МРЗ с пределами измерений 0–20 мм контролируют длины общей нормали зубчатых колес с модулем 0,5 мм, а с пределами измерений 20 – 45 мм – зубчатых колес с модулем от 0,7 мм.

Основные параметры микрометров приведены в табл. 5.

Микрометры с ценой деления 0,01 мм (ГОСТ 6507–78) изготовляют следующих типов:

МК – гладкие для измерения наружных размеров (рис. 11);

МЛ – листовые с циферблатом для измерения толщины листов и лент (рис. 12);

МТ – трубные для измерения толщины стенок труб (рис. 13);

МЗ – зубомерные для контроля длины общей нормали зубчатых колес с модулем от 1 мм (рис. 14);

МГ – микрометрические головки (рис. 15);

МП – микрометры для проволоки (рис. 16).

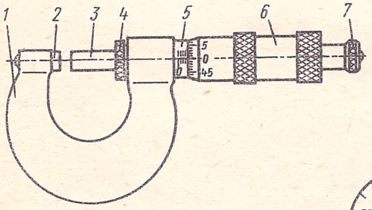


Рис. 11. Микрометр типа МК:
1 – скоба; *2* – пятка; *3* – микрометрический винт; *4* – стопор; *5* – стебель; *6* – барабан; *7* – трещотка (фрикцион)

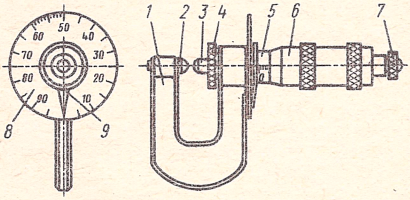


Рис. 12. Микрометр типа МЛ:
1 – скоба; *2* – пятка; *3* – микрометрический винт; *4* – стопор; *5* – стебель; *6* – барабан; *7* – трещотка (фрикцион); *8* – циферблат; *9* – стрелка

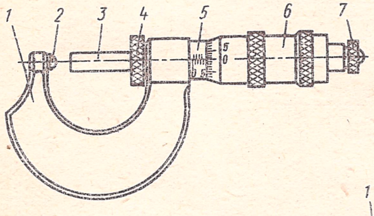


Рис. 13. Микрометр типа МТ:
1 – скоба; *2* – пятка; *3* – микрометрический винт; *4* – стопор; *5* – стебель; *6* – барабан; *7* – трещотка (фрикцион)

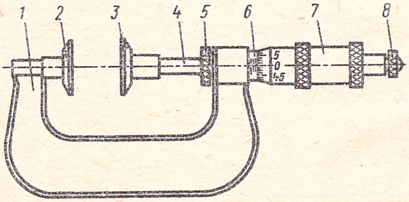


Рис. 14. Микрометр типа МЗ:
1 – скоба; *2* – пятка; *3* – измерительная губка; *4* – микрометрический винт; *5* – стопор; *6* – стебель; *7* – барабан; *8* – трещотка (фрикцион)

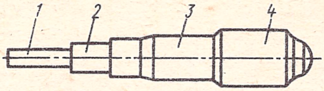


Рис. 15. Микрометр типа МГ:
1 – микрометрический винт; *2* – стебель; *3* – барабан; *4* – трещотка (фрикцион)

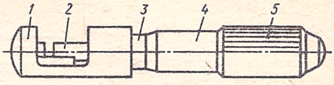


Рис. 16. Микрометр типа МП:
1 – корпус; *2* – микрометрический винт; *3* – стебель; *4* – барабан; *5* – трещотка (фрикцион)

Основные параметры и размеры микрометров этих типов приведены в табл. 6.

Нутромеры микрометрические с индикаторной головкой (ГОСТ 10–75), цена деления которых равна 0,01 мм, применяют для измерения внутренних размеров изделий (рис. 17, 18). Пределы измерений этих

6. Основные параметры и размеры микрометров (мм) с ценой деления 0,01 мм (ГОСТ 6507–78)

Тип	Пределы измерений	Шаг микрометрического винта	Измерительное перемещение микрометрического винта	Измерительное усилие, сН
МК	0–25; 25–50; 50–75; 75–100; 100–125; 125–150; 150–175; 175–200; 200–225; 225–250; 250–275; 275–300; 300–400; 400–500; 500–600	0,5	25	500–900
МЛ	0–5 0–10 0–25	1,0	5 10 25	
МТ*	0–25	0,5	25	300–700
МЗ	0–25; 25–50; 50–75; 75–100	0,5	25	
МГ	0–10	0,5	10	500–900
МП	0–25	0,5	25	

* Наименьший внутренний диаметр измеряемых труб 8 и 12 мм.

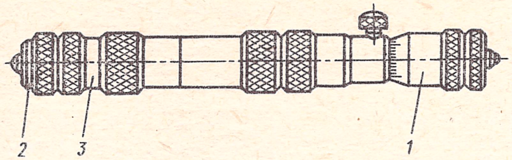


Рис. 17. Нутромер:

1 – микрометрическая головка; *2* – измерительный наконечник; *3* – удлинители

приборов следующие, мм: 50–75; 75–175; 75–600; 150–1250; 600–2500; 1250–4000; 250–6000.

Нутромеры с верхним пределом измерения более 2500 мм должны поставляться с микрометрической головкой, оснащенной индикатором часового типа класса 0 (см. рис. 18).

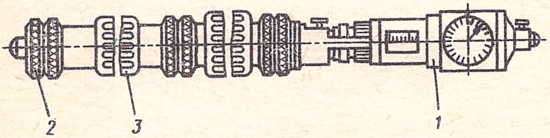


Рис. 18. Нутромер:

1 – микрометрическая головка с индикатором; *2* – наконечник измерительный; *3* – удлинители

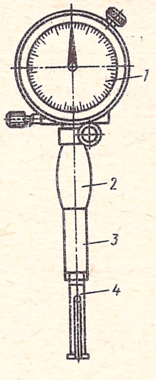


Рис. 19. Нутромер:

1 – отсчетное устройство; *2* – ручка; *3* – корпус; *4* – сменная головка

Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм (ГОСТ 9244–75). Нутромеры (рис. 19) с ценой деления 0,001 мм применяют для измерения относительным методом внутренних размеров изделий в пределах 2–10 мм, а с ценой деления 0,002 мм – в пределах 10–260 мм.

Пределы измерений и наибольшая измеряемая глубина (мм) должны соответствовать следующим данным:

Пределы измерений	2–3	3–6	6–10	10–18	18–50	50–100	100–160	160–200
Наибольшая глубина измерения	12	20	30	50	150	200	300	300

Наименьшее перемещение измерительного стержня для нутромеров с пределами измерений 18–50; 50–100; 100–160; 160–200 мм равно 1,0 мм.

Скобы с отсчетным устройством (ГОСТ 11098–75). Скобы оснащены отсчетным устройством с ценой деления 0,002 и 0,01 мм и имеют пре-

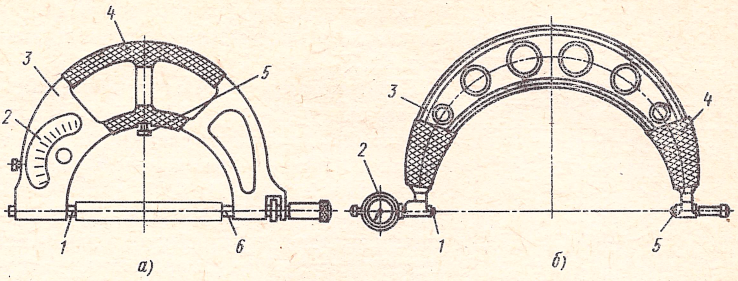


Рис. 20. Скобы с отсчетным устройством:

а – рычажные СР; *б* – индикаторные СМ; *1* – пятка подвижная; *2* – отсчетное устройство; *3* – корпус; *4* – теплоизоляционная накладка; *5* – упор; *6* – пятка переставная

делы измерений до 1000 мм. Приборы используются для линейных измерений и должны изготовляться двух типов: СР – рычажные, со встроенным в корпус отсчетным устройством (рис. 20, *а*) и СИ – индикаторные, оснащенные измерительными головками (рис. 20, *б*).

7. Параметры скоб с отсчетным устройством, мм

Тип	Пределы измерений	Отсчетное устройство		Перемещение переставной пятки	Количество переставных пяток, шт.
		Цена деления, не более	Предел измерений, не более		
СР	0 – 25 25 – 50 50 – 75 75 – 100 100 – 125 125 – 150	0,002	± 0,14	25	1
СИ	0 – 50 50 – 100	0,01	3	50	1
	100 – 200 200 – 300 300 – 400 400 – 500 500 – 600				2
	600 – 700	0,01	5	50	2
	700 – 850 850 – 1000				3

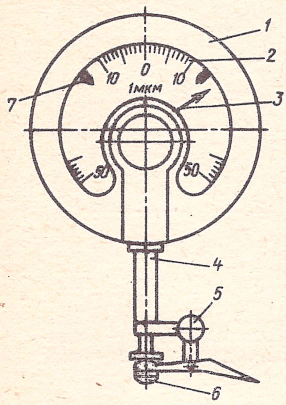


Рис. 21. Микатор:

1 — корпус; *2* — шкала; *3* — стрелка; *4* — гильза; *5* — арретир; *6* — измерительный наконечник; *7* — указатели поля допуска

Основные параметры скоб должны соответствовать параметрам, приведенным в табл. 7.

Головки измерительные пружинные малогабаритные (ГОСТ 14712—79) показаны на рис. 21. Они имеют следующие исполнения: ИПМ — с нормальным измерительным усилием; ИПМУ — с уменьшенным измерительным усилием. Присоединительный диаметр гильзы головки равен 8 мм (допуск *h*7), измерительные наконечники головок выполнены с резьбой М2,5 мм (допуск 6*g*). Основные параметры измерительных головок приведены в табл. 8.

Меры длины концевые плоскопараллельные (ГОСТ 9038—73) применяют для проверки и градуировки мер и измерительных приборов, проверки калибров. С помощью мер устанавливают правильность размеров при изготовлении инструментов, приспособлений и изделий. С их помощью выполняют контрольно-поверочные работы, наладку станков и т. п.

Плоскопараллельные концевые меры длины изготовляются следующих классов точности: 0; 1; 2; 3, из которых самым точным является

8. Основные параметры измерительных головок (ГОСТ 14712—79)

Типоразмер	Цена деления шкалы	Диапазон показаний, не менее	Измерительное усилие, не более	Колебание измерительного усилия в пределах шкалы при прямом и обратном ходе	Общий ход измерительного стержня, мм, не менее
	мкм		гс(Н)		
02-ИПМ 02-ИПМУ	0,2	±10	100(1) 50(0,5)	25(0,25) 20(0,20)	0,5
05-ИПМ 05-ИПМУ	0,5	±25	150(1,5) 50(0,5)	30(0,30) 20(0,20)	2,5
1-ИПМ 1-ИПМУ	1	±50	150(1,5) 50(0,5)	30(0,30) 20(0,20)	
2-ИПМ	2	±100	150(1,5)	30(0,30)	

класс 0. Меры комплектуются в наборы. Наборы принадлежностей к плоскопараллельным концевым мерам длины изготавливают по ГОСТ 4119–76.

Щупы (ГОСТ 882–75) применяются для проверки зазоров (рис. 22). Их изготавливают длиной 100 и 200 мм, шириной 10 мм и толщиной 0,02–1 мм.

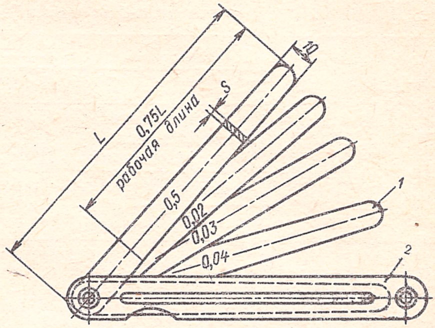


Рис. 22. Набор щупов:
1 – щуп; *2* – обойма

Номинальную толщину щупов S выбирают из ряда, мм: 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,85; 0,9; 0,95; 1,0.

Щупы могут быть изготовлены классов точности 1 и 2. Если длина щупов $L=100$ мм, их поставляют наборами (табл. 9) или отдельными пластинами, а щупы длиной $L=200$ мм – отдельными пластинами. Допустимые отклонения толщины и желобчатость щупов не должны превышать величин, указанных в табл. 10.

Поверочные линейки должны изготовляться следующих типов: ЛД – лекальные с двусторонним скосом; ЛТ – лекальные трехгранные; ЛЧ – лекальные четырехгранные; ШП – с широкой рабочей поверхностью прямоугольного сечения; ШД – с широкой рабочей поверхностью двутаврового сечения; ШМ – с широкой рабочей поверхностью, мостики; УТ – угловые трехгранные.

9. Наборы щупов

Номер набора	Номинальная толщина щупа, мм	Число щупов в наборе	Номер набора	Номинальная толщина щупа, мм	Число щупов в наборе
1	0,02; 0,02; 0,03; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1	11	3	0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,85; 0,9; 0,95; 1	10
2	0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5	17	4	0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1	10

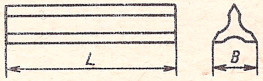
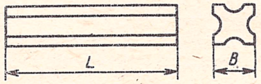
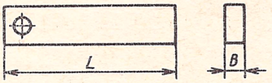
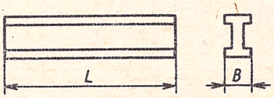
Примечание. По заказу потребителя должны изготовляться другие наборы с длиной щупов менее 100 мм.

10. Допустимые отклонения толщины и желобчатость щупов, мкм

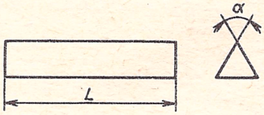
Толщина щупа, мм	Класс точности							
	1				2			
	Допустимые отклонения толщины щупов			Допустимая желобчатость	Допустимые отклонения толщины щупов			Допустимая желобчатость
	новых		изношенных		новых		изношенных	
	верхн.	нижн.			верхн.	нижн.		
От 0,02 до 0,06	+3	−1,5	−3	—	+5	−3	−5	—
Св. 0,06 до 0,10	+4	−2	−4	—	+6	−4	−6	—
Св. 0,10 до 0,18	+5	−2	−5	4	+8	−4	−8	6
Св. 0,18 до 0,30	+6	−3	−6	4	+9	−5	−9	7
Св. 0,30 до 0,50	+7	−4	−7	5	+11	−6	−11	8
Св. 0,50 до 0,60	+8	−5	−8	6	+13	−7	−13	10
Св. 0,60 до 0,80	+9	−5	−9	7	+14	−8	−14	11
Св. 0,80 до 1,00	+10	−5	−10	7	+16	−9	−16	12

Примечание. Отклонения, указанные в табл. 10, относятся к рабочей длине щупа.

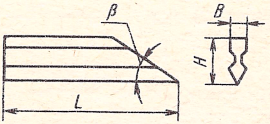
11. Основные размеры и классы точности поверочных линеек (ГОСТ 8026—75)

Тип	Эскиз	Размер, мм		Класс точности
		L	B	
ЛТ		200 320 500	26 30 40	0; 1
ЛЧ		200 320 500	20 25 35	0; 1
ШП		250 400 630	5 6 10	0; 1; 2
ШД		630 1000 1600 2000 2500 3000 4000	14 16 18 18 20 20 30	0; 1; 2

Продолжение табл. 11

Тип	Эскиз	Размер, мм		Класс точности
		L	*B*	
ШМ		400 630 1000 1600 2000 2500 3000	50 50 60 80 90 100 110	0; 1; 2 1; 2
УТ		400 630 1000	$\alpha = 45°$; 55°; 60°	0; 1; 2

12. Основные размеры и классы точности линеек типа ЛД



Размеры, мм				Класс точности
L ± 1,5	*H*	*B*	β° ± 1,0°	
50	22	6	45	0; 1
80 125 200 320 500	22 27 30 40 50	6 6 8 8 10	30	

Основные размеры и классы точности линеек приведены в табл. 11, а линеек типа ЛД – в табл. 12.

ИЗМЕРЕНИЕ ОТКЛОНЕНИЙ ОТ ПЛОСКОСТНОСТИ И ПРЯМОЛИНЕЙНОСТИ

Плиты поверочные и разметочные (ГОСТ 10905 – 75) изготовляют следующих исполнений: 1 – с ручной шабровкой рабочих поверхностей; 2 – с механически обработанными рабочими поверхностями. Основные размеры и классы точности плит должны соответствовать указанным в табл. 13.

При проверке шаброванных плит «на краску» число пятен в квадрате со стороной 25 мм должно быть не менее: 30 – для плит классов точности 01 и 0; 25 – для плит класса точности 1; 20 – для плит класса точности 2.

13. Плиты поверочные и разметочные

Размеры плит, мм		Исполнение	Классы точности	Размеры плит, мм		Исполнение	Классы точности
Длина	Ширина			Длина	Ширина		
160	160	1 2	00; 0; 1 1; 2	630	630	1 2	00; 0; 1 1; 2; 3
250	250	1 2	00; 0; 1 1; 2	1000	630	1 2	00; 0; 1 1; 2; 3
400	250	1 2	00; 0; 1 1; 2	1000	1000	1 2	0; 1 1; 2; 3
400	400	1 2	00; 0; 1 1; 2; 3	2000	1000	1 2	0; 1 1; 2; 3
630	400	1 2	00; 0; 1 1; 2; 3	2500	1600	1 2	0; 1 1; 2; 3

Расположение пятен должно быть равномерным по всей рабочей поверхности плиты.

Уровни рамные и брусковые (ГОСТ 9392 – 75).

Рамные уровни (рис. 23,*а*) предназначены для контроля горизонтального и вертикального расположения поверхностей, брусковые уровни

14. Длина рабочей поверхности уровней, мм

Тип уровня	Цена деления прибора, мм/м	
	0,02; 0,05	0,10; 0,15
Рамный	200; (250)	100; 150; 200; (250)
Брусковый	200; (250)	100; 150; 200; (250)

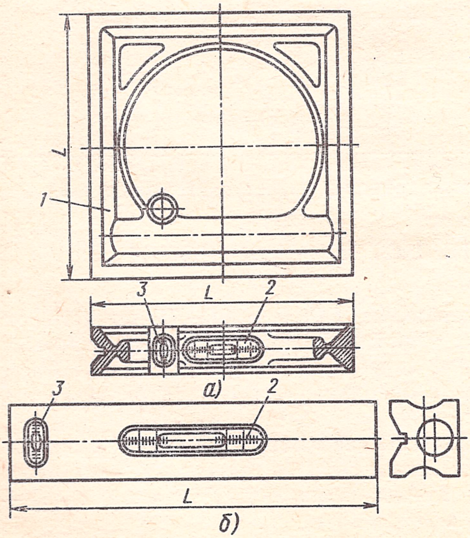


Рис. 23. Уровни:

а – рамный; *б* – брусковый; *1* – корпус; *2* – ампула основная продольная; *3* – ампула установочная поперечная

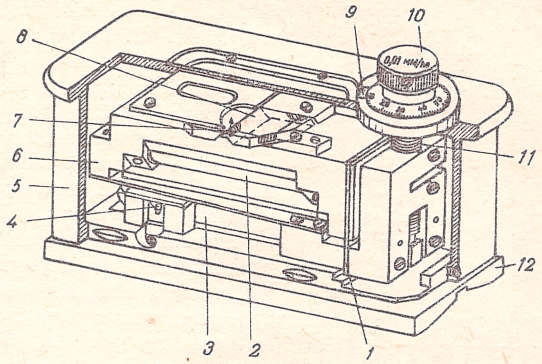


Рис. 24. Уровень с микрометрической подачей ампулы:

1 – плоская пружина; *2* – ампула; *3* – рычаг; *4* – ось рычага; *5* – крышка; *6* – корпус; *7* – половинки пузырька; *8* – призма; *9* – шкала счетчика оборотов; *10* – лимб; *11* – микрометрический винт; *12* – корпус

(рис. 23,*б*) предназначены для контроля горизонтального расположения поверхностей.

Цена деления основной ампулы уровня выбирается из следующего ряда: 0,02; 0,05; 0,10 и 0,15 мм/м. Под ценой деления понимают наклон уровня, соответствующий перемещению пузырька основной ампулы на одно деление шкалы, выраженное в миллиметрах на 1 м. Угол наклона величиной в 0,01 мм/м соответствует в градусной мере 2″. Уровни выпускают с разной длиной рабочей поверхности (табл. 14).

Уровни с длиной рабочей поверхности 250 мм изготовляют по заказу потребителя.

Шероховатость притертых и шлифованных поверхностей уровней с ценой деления 0,02 и 0,05 мм/м – $Ra \leqslant 0{,}32$ мкм на базовой длине

15. Уровни с микрометрической подачей ампулы

Тип	Пределы измерений		Цена деления		Диапазон рабочих температур, °С	Допустимая погрешность показаний, мм/м, в пределах отклонения ±1 мм/м	
						от горизонтального положения	на всем пределе измерений
1	+10 мм/м	+0°34′	0,01 мм/м	2″	От +35 до –5	±0,01	±0,02
2	±30 мм/м	±1°43′	0,10 мм/м	20″	–	±0,10	±0,1

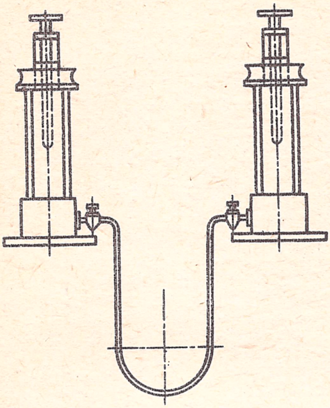


Рис. 25. Гидростатический уровень

0,25 мм, с ценой деления 0,10 и 0,15 мм – $Ra \leqslant 0{,}63$ мкм на базовой длине 0,25 мм.

Уровни с микрометрической подачей ампулы (ГОСТ 11196–74) предназначены для измерения наклонов плоских и цилиндрических поверхностей относительно горизонтального положения, для измерения плоскости и прямолинейности горизонтально расположенных поверхностей, направляющих станков, рам, плит и т. д. Схема уровня дана на рис. 24, а технические характеристики приведены в табл. 15.

Уровни гидростатические (рис.25) применяют для проверки плоскостности длинных направляющих станков, а также плоскостности плит, столов, планшайб и круговых направляющих. Технические характеристики уровней приведены в табл. 16.

Карусельные плоскомеры (табл. 17) применяют для контроля плоскостности горизонтально расположенных поверхностей крупных базовых деталей.

16. Уровни гидростатические

Тип	Наибольшая измеряемая разность высот, мм	Цена деления барабана микрометра, мм/м	Точность измерения при горизонтальной укладке шланга, мм/м	Площадь зеркала воды в измерительной головке, см²	Размеры, мм: основания измерительной головки	Размеры, мм: габаритные
115-I 115-II	2,5	0,01 0,10	0,01 0,10	20	100 × 100	180 × 150 × × 275

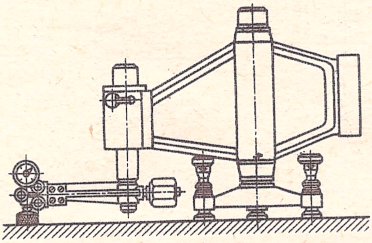
Оптическая струна ДП-477 (рис. 26) применяется для измерения отклонений от прямолинейности и плоскостности поверхностей большой протяженности – направляющих станков, рам и плит крупногабаритных двигателей, прокатных станов, прессов, турбин и т. д.

Техническая характеристика оптической струны

Пределы измерений	0,2 – 30
Цена деления барабана компенсатора, мкм	1
Пределы регистрируемых отклонений, мм	± 0,05

Вертикальный масштаб регистрации, мм 1000
Цена деления барабана микрометрического винта, мм 0,01
Максимальное расстояние от контролируемой плоскости до оси прибора, мм 90
Габаритные размеры, мм:
трубы . . . . 450 × 145 × 200
марки . . . . 130 × 120 × 180

17. Параметры карусельных плоскомеров, мм



Тип	Наибольший диаметр окружности, ограничивающий измеряемую поверхность	Цена деления отсчетного устройства	Погрешность прибора (без отсчетного устройства)	Габаритные размеры
МС-19 МС-25	1800 900	0,002 0,01	0,0025	1290 × 440 × 870 732 × 220 × 434

С помощью специальных приспособлений оптической струной можно измерять несоосность отверстий и валов.

Отвесы применяют для проверки вертикального положения деталей. Отвес состоит из шнура и веска (рис. 27) различной конструкции. При работе с отвесом для приведения его в спокойное состояние весок опускают в сосуд с маслом.

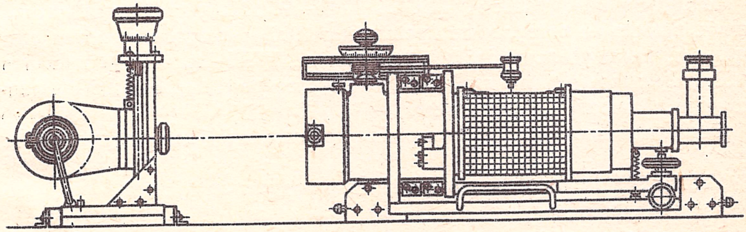


Рис. 26. Оптическая струна ДП-477

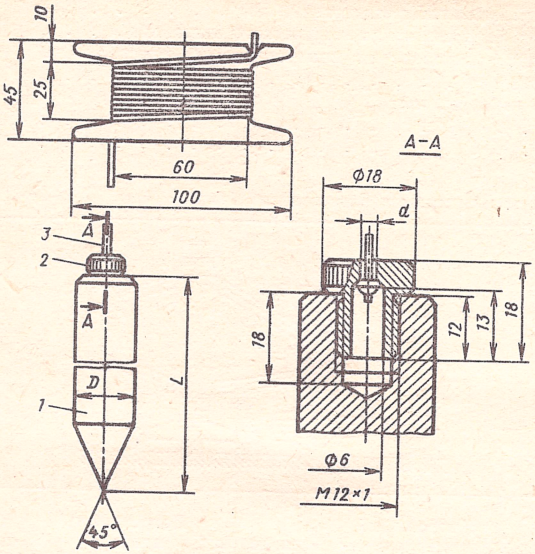


Рис. 27. Отвес:
1 – корпус; *2* – головка; *3* – шнур

Размеры и масса весков следующие:

Масса, кг	0,1	0,2	0,4	0,6	1	1,5
Диаметр *D*, мм	18	18	26	30	34	38
Длина *L*, мм	63	115	115	130	165	200

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ, КОНУСОВ, РАДИУСОВ

Для разметки, измерения, установки и проверки угловых величин применяют угольники 90°, угломеры с нониусом, угломеры оптические, плитки угловые и другие средства измерения; для точной проверки плоских угловых калибров и изделий служат синусные линейки.

Угольники поверочные 90° (ГОСТ 3749 – 77). На рис. 28 даны угольники, размер *H* которых не превышает 1600 мм; изготовляются следующие типы угольников: УЛ – лекальные, УЛП – лекальные плоские; УЛЦ – лекальные цилиндрические; УП – слесарные плоские; УШ – слесарные с широким основанием.

Основные размеры угольников различных типов приведены в табл. 18.

Угольники типа УЛЦ имеют следующие размеры, мм:

H	160	250	400	630
D	80	100	125	160

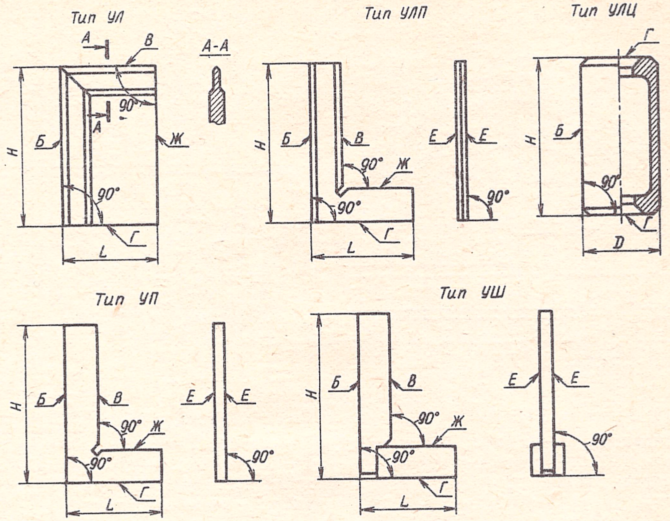


Рис. 28. Угольники поверочные:

Б, В – измерительные поверхности угольников; *Г, Ж* – опорные поверхности; *Е* – боковые поверхности

18. Основные размеры угольников, мм

Тип	H	L	Тип	H	L
УЛ; УЛП; УП; УШ	60 100 160	40 60 100	УП; УШ	400	250
УЛП; УП; УШ	250	160	УШ	630 1000 1600	400 630 1000

Угломеры с нониусом (ГОСТ 5378 – 66) применяют для измерения углов и изготовляют двух типов: УН – для измерения наружных углов от 0 до 180° и внутренних – от 40 до 180° (рис. 29) с величиной отсчета по нониусу 2 и 5′; УМ – для измерения наружных углов от 0 до 180° (рис. 30) с величиной отсчета по нониусу 2, 5 и 15′. Цена деления шкалы основания угломеров должна быть 1°.

Погрешность показаний угломеров не должна превышать ± 2′ при величине отсчета по нониусу 2′, ± 5′ при величине отсчета по нониусу 5′ и ± 15′ при величине отсчета по нониусу 15′.

Угломеры с величиной отсчета по нониусу 2 и 5′ изготовляют с приспособлениями для микрометрической подачи сектора при установке его на требуемый угол.

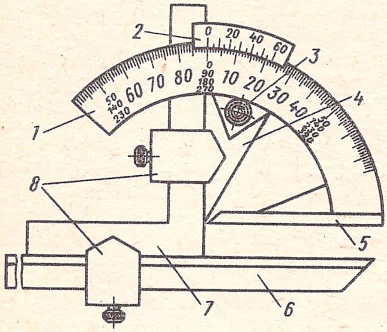


Рис. 29. Угломер УН:
1 – основание; *2* – нониус; *3* – стопор; *4* – сектор; *5* – линейка основания; *6* – линейка съемная; *7* – угольник; *8* – державка

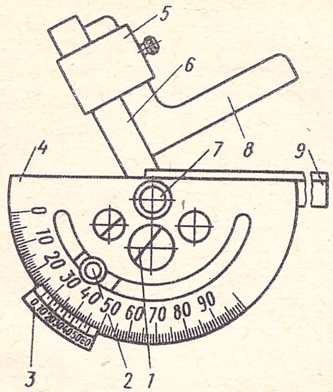


Рис. 30. Угломер УМ:
1 – сектор; *2* – стопор; *3* – нониус; *4* – основание; *5* – державка; *6* – линейка подвижная; *7* – ось; *8* – угольник; *9* – линейка съемная

Угломеры оптические (ГОСТ 11197–73) применяют для измерения контактным методом углов от 0 до 180° между двумя плоскостями или между плоскостью и образующей цилиндра или конуса (рис. 31).

Техническая характеристика угломера оптического

Пределы измерений углов, ...°	0–180
Цена деления лимба, ...°	1
Цена деления минутной шкалы, ′	5
Увеличение лупы (кратность)	40
Длина сменных линеек, мм:	
малой	150
большой	300
Масса угломера, кг, не более:	
без подставки	0,5
с подставкой	0,9
в пенале	1,5

Концы сменных линеек должны быть выполнены со скосом под углом 45 или 60° с предельными отклонениями ± 5′. Инструментальная погрешность измерения оптического угломера составляет ± 2′30″. Инструментальная погрешность измерения угломера с подставкой, предназначенной для измерения угла, одна из сторон которого является образующей цилиндрической или конической поверхности, не превышает ± 5′.

Механические квадранты с уровнем (ГОСТ 10908–75) применяют для измерения и установки углов наклона от 0 до 90° в вертикальной плоскости (рис. 32).

Квадранты изготовляют в двух исполнениях:

Рис. 31. Угломер оптический:
1 – корпус; *2* – лупа; *3* – съемная подставка; *4* – сдвоенная линейка; *5* – сменная линейка; *6* – зажимное устройство

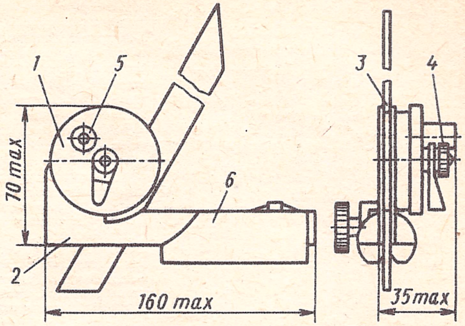
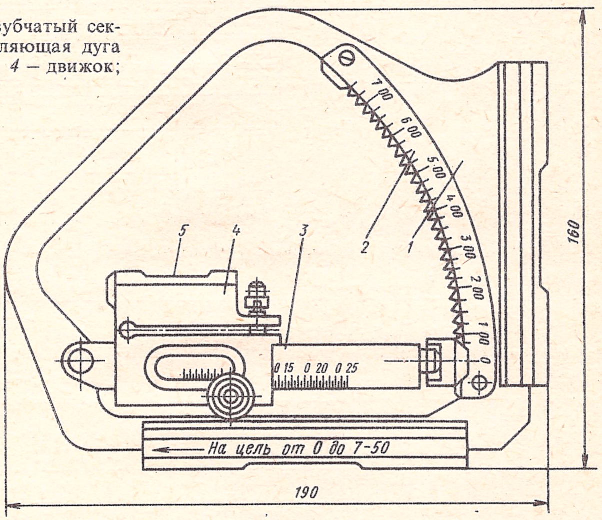


Рис. 32. Квадрант механический с уровнем:
1 – рамка; *2* – зубчатый сектор; *3* – направляющая дуга с указателем; *4* – движок; *5* – уровень



К-1 – для работы в диапазоне температур от –50 до +50 °С;
К-2 – для работы в диапазоне температур от –50 до +75 °С.

Меры угловые призматические (ГОСТ 2875–75) применяются для передачи размера единицы плоского угла от эталонов образцовым и рабочим угловым мерам и приборам, для проверки и градуировки угловых мер и угломерных приборов, для измерения углов изделий.

Призматические угловые меры изготовляют следующих типов:

1 – угловые меры с одним рабочим углом со срезанной вершиной;

2 – угловые меры с одним рабочим углом остроугольные;

3 – угловые меры с четырьмя рабочими углами;

19. Размеры синусных линеек, мм

Тип линеек	L	l	B	L_1, не менее	Высота центров	Отверстия на рабочей поверхности столика: Диаметр резьбы	Отверстия на рабочей поверхности столика: Число отверстий
ЛС	100	–	60	–	–	M5	4 – 8
	200 300		120 90			M6	6 – 10
ЛСО	100	–	60	–	–	M5	4 – 8
	200				48	M6	
	300 500		180 140		–		6 – 10 8 – 12
ЛСД	200 300	100 150	145 180	220 320		M6	6 – 10

Примечание. По заказу потребителя могут изготовляться с центрами.

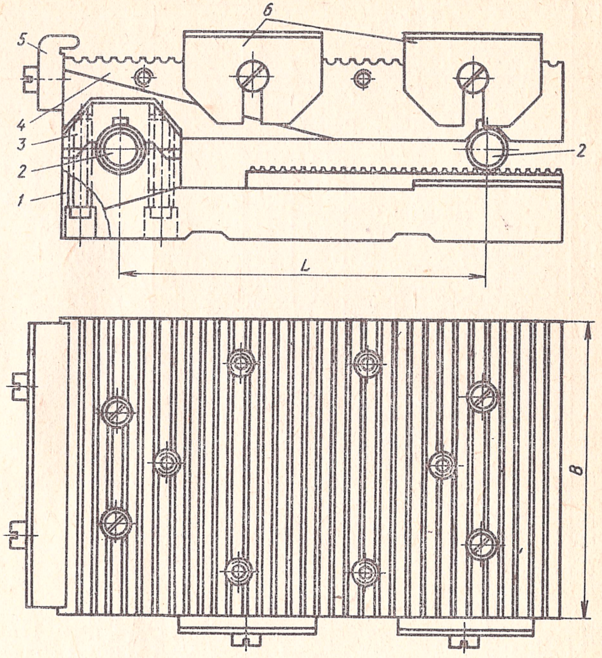


Рис. 33. Синусная линейка типа ЛСО:

1 – опорная плита; *2* – ролики; *3* – крышка; *4* – столик; *5* – упорная планка; *6* – боковые планки

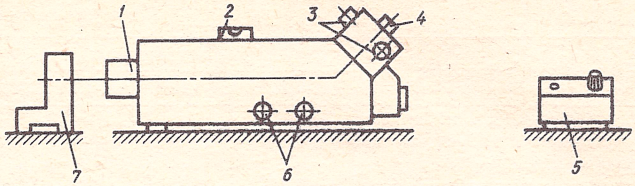


Рис. 34. Автоколлиматор визуальный:

1 – объектив; *2* – накладной уровень; *3* – двухкоординатный компенсатор; *4* – окуляр; *5* – блок питания; *6* – механизм регулирования визирной оси в горизонтальной и вертикальной плоскостях; *7* – зеркало в оправе

4 – многогранные угловые призматические меры с равномерным угловым шагом;

5 – угловые меры с тремя рабочими углами (МУСЛ).

По точности изготовления угловые меры типов 1, 2 и 3 должны быть трех классов 0; 1 и 2; многогранные призмы типа 4 – четырех классов точности 00; 0; 1 и 2; угловая мера типа 5 – класса точности 1.

Синусные линейки (ГОСТ 4046 – 80) с расстоянием между осями роликов 100–500 мм предназначены для измерения наружных углов от 0 до 45°. Изготовляют следующие типы линеек:

ЛС – без опорной плиты с одним наклоном;

ЛСО – с опорной плитой с одним наклоном;

ЛСД – с опорной плитой с двумя наклонами.

По точности синусные линейки следует выпускать двух классов – 1 и 2.

Основные размеры синусных линеек приведены в табл. 19. На рис. 33 показана линейка типа ЛСО.

Автоколлиматоры визуальные (ГОСТ 11899–77) применяют для измерения малых углов. Составные части автоколлиматоров даны на рис. 34, основные параметры и размеры – в табл. 20.

20. Основные параметры и размеры автоколлиматоров визуальных

Параметры и размеры	Типы автоколлиматоров			
	АК-0,2У	АК-0,5У	АК-1У	АК-60
Цена деления секундной шкалы, ...″	0,2	0,5	1	–
Цена деления минутной шкалы, ...′, не более	0,25	0,5	1	1
Поле зрения, ...°	1 ± 0,1	2 ± 0,2	4 ± 0,4	8 ± 0,8
Увеличение автоколлиматоров, крат	60 ± 6	30 ± 3	15 ± 2	8 ± 1
Предел разрешающей способности, ...″	2,8	4	6	10
Диаметр входного зрачка, мм	55 ± 6	40 ± 1	25 ± 3	15 ± 2
Максимальное рабочее расстояние от объекта до зеркала, м	30	25	20	10

Продолжение табл. 20

Параметры и размеры	Типы автоколлиматоров			
	АК-0,2У	АК-0,5У	АК-1У	АК-60
Предел измерений, ...′, не менее:				
при расстоянии от объектива до зеркала до 2 м	10	20	40	120
при максимальном рабочем расстоянии	±2,0	±1,8	±1,0	±1,0
Видимая длина делений секундной шкалы, мм, не менее	—	0,8	—	—
Перемещение окуляра для наведения по глазу, ДПТР, не менее	±5			
Предел регулирования визирной оси:				
в горизонтальной плоскости, ...°, не менее	2			
в вертикальной плоскости, ...′ не менее	40			
Длина автоколлиматора, мм, не более	550	160		
Расстояние от основания до оси объектива, мм	100			
Масса (без принадлежностей и упаковочного ящика), кг, не более	10		6	

Примечание. При использовании автоколлиматора в качестве зрительной трубы значения цены деления минутной и секундной шкалы, а также пределы измерений удваиваются.

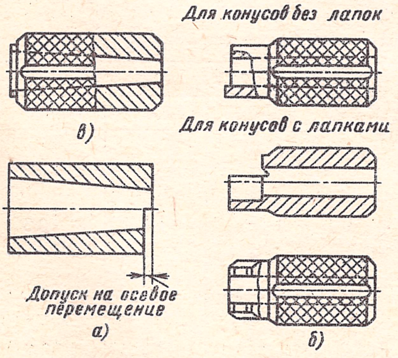


Рис. 35. Калибры – втулки конические

Конические втулки применяют для измерения конусов в случаях, когда база расположена со стороны меньшего основания конуса (рис. 35,*а*), для проверки конусов инструментов и конусов в изделиях используют конические втулки (рис. 35,*б*), снабженные предельными рисками или ступенчатым срезом на торце.

Калибрами проверяют сопрягаемые конические пары с конусностью 1 : 30 (рис. 35,*в*).

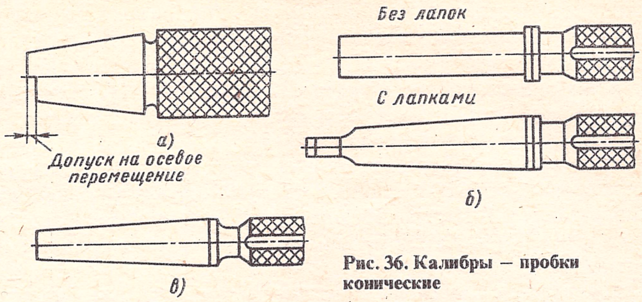


Рис. 36. Калибры — пробки конические

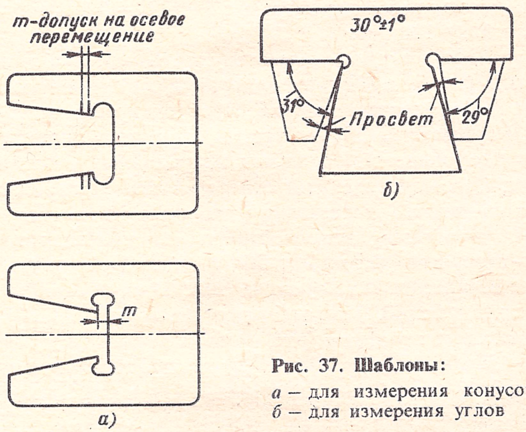


Рис. 37. Шаблоны:

а — для измерения конусов;
б — для измерения углов

Коническими пробками (ГОСТ 2849–77) контролируют конические отверстия в тех случаях, когда база расположена со стороны меньшего основания конуса (рис. 36, *а*). Для проверки конусов метрических и Морзе используют конические пробки (рис. 36,*б*). Пробки для конусов Морзе изготовляются следующих номеров: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. Для проверки сопряжений конической пары (с конусом 1 : 30) применяют пробки конические, показанные на рис. 36, *в*.

Шаблоны. Наружные конусы проверяют шаблонами, показанными на рис. 37, *а*, а для проверки уклонов в изделиях или углов применяют шаблоны, показанные на рис. 37, *б*. В том и в другом случаях отклонение от угла конуса определяется наблюдением на просвет.

КАЛИБРЫ

Калибры для контроля валов. Для контроля валов применяют скобы жесткие листовые, штампованные и литые (со вставными губками), а также скобы регулируемые. На калибры наносят следующие данные: номинальный размер изделия, для которого предназначается калибр;

обозначение посадки и номер квалитета; цифровые величины предельных отклонений поверхности в миллиметрах; назначение калибра, например ПР (проходной) или НЕ (непроходной) и марку завода-изготовителя. На односторонние двухпредельные калибры обозначения ПР и НЕ не наносят. Непроходная часть калибра отличается от проходной наличием фаски на измерительных губках.

Скобы листовые изготовляют из листового металла; двусторонние для размеров 1–50 мм и односторонние – двух- и однопредельные – для размеров 1–180 мм. Их применяют для проверки малоответственных деталей и для межоперационного контроля в процессе обработки изделия.

Скобы листовые с пластинками из твердого сплава (рис. 38) используют для контроля валов диаметрами: 3 – 10 (2 – 5-й классы точности); 10,5 – 100 и 102 – 180 мм.

Скобами гладкими регулируемыми двухпредельными с односторонней регулировкой (рис. 39 и 40) контролируют валы диаметром до 340 мм.

Калибры для контроля отверстий. Пробки двусторонние со вставками (рис. 41) применяют для измерения отверстий диаметром 1–6 мм. Пробки двусторонние с неполными непроходными вставками показаны на рис. 42, *а*. Ими измеряют отверстия диаметром 6–50 мм; пробками проходными со вставками (рис. 42, *б*) – отверстия диаметром 50–75 мм, пробками непроходными с неполными вставками (рис. 42, *в*) – отверстия диаметром 50–100 мм.

Пробки с насадками двусторонние (рис. 43, *а*), проходные (рис. 43, *б*) и непроходные (рис. 43, *в*) изготовляют диаметром 50–100 мм.

Пробки неполные с ручками (рис. 44) проходные и непроходные диаметром 50–150 мм. Непроходные стороны пробок отличаются от проходных меньшей длиной измерительной части и наличием проточки на ручке или вставке.

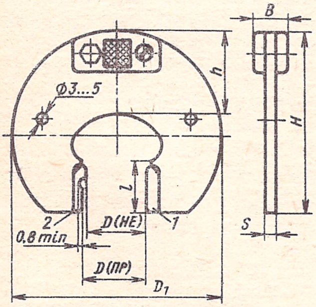


Рис. 38. Скоба листовая:
1 – пластинка гладкая; *2* – пластинка ступенчатая

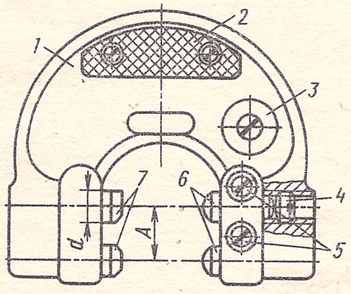


Рис. 39. Скоба гладкая, регулируемая, с двумя подвижными вставками и двумя неподвижными пятками:
1 – корпус; *2* – накладка; *3* – шайба; *4* – винт установочный; *5* – узел зажима вставки; *6* – вставка; *7* – пятка неподвижная

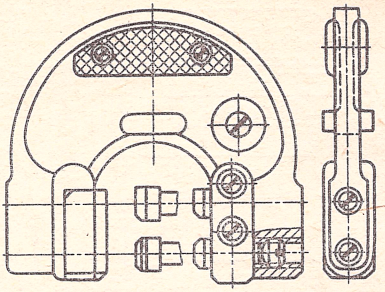


Рис. 40. Скоба гладкая, регулируемая, с двумя подвижными вставками и одной неподвижной губкой

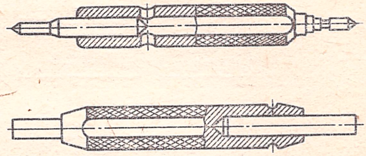


Рис. 41. Пробки двусторонние со вставками

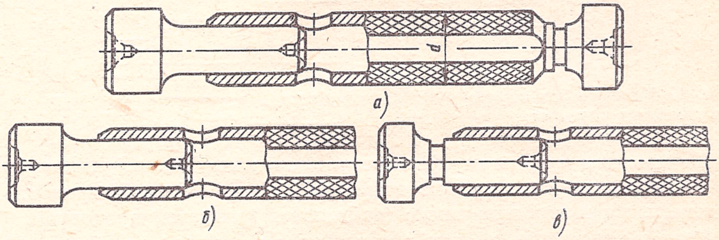
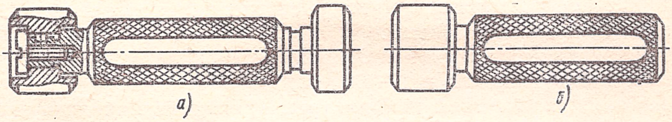


Рис. 42. Пробки со вставками:
а – двусторонние; *б* – проходные; *в* – непроходные



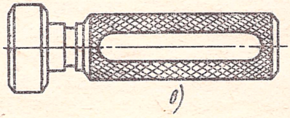


Рис. 43. Пробки с насадками:
а – двусторонние; *б* – проходные; *в* – непроходные

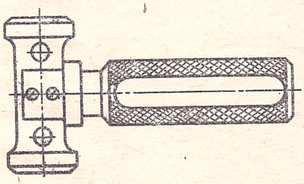


Рис. 44. Пробка неполная с ручками

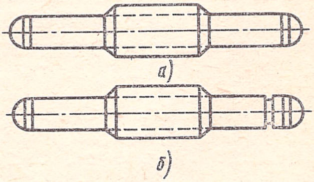


Рис. 45. Штихмасы и нутромеры:
а – проходные; *б* – непроходные

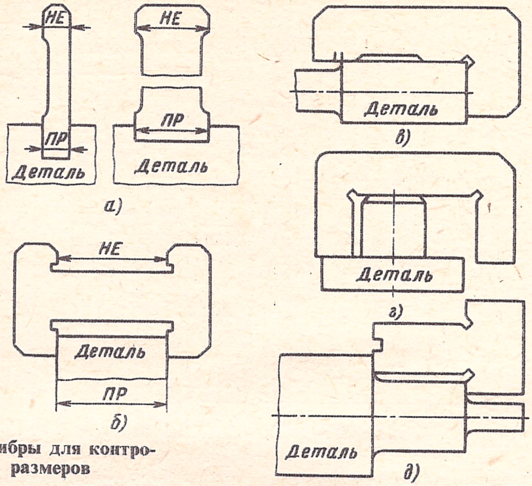


Рис. 46. Калибры для контроля линейных размеров

Штихмасы и нутромеры сферические проходные (рис. 45) диаметром 250 – 1000 мм и непроходные диаметром 75 – 1000 мм. Непроходные штихмасы и нутромеры также снабжаются кольцевой проточкой.

Калибры для контроля линейных размеров и радиусные шаблоны. Калибры изготовляют для проверки длин деталей, измерения высот, уступов, пазов и т. д.

Калибрами листовыми предельными двусторонними контролируют пазы (рис. 46, *а*) размерами 2–50 мм. Непроходная сторона отличается от проходной наличием фаски.

Скобы листовые предельные двусторонние служат для измерения длин (рис. 46, *б*) размерами 10–400 мм.

Калибрами листовыми с рисками (рис. 46, *в*) проверяют длину деталей, имеющих размеры 15–200 мм (расстояние между рисками не менее 0,5 мм); калибрами листовыми предельными – высоты (рис. 46, *г*) с размерами 1 – 100 мм; калибрами листовыми двусторонними – уступы – наружные и внутренние (рис. 46, *д*) – с размерами 1 – 50 мм и более.

Для измерения радиусов служат радиусные шаблоны, которые поставляются в виде наборов. Шаблонами из набора определенного номера контролируют радиусы, мм:

Номер набора	
1	1; 1,2; 1; 5; 1,8; 2,2; 2,5; 2,8; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5
2	7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10; 10,5; 11; 11,5; 12; 12,5; 13; 13,5; 14; 14,5
3	15; 15,5; 16; 16,5; 17; 17,5; 18; 18,5; 19; 19,5; 20; 21; 22; 23; 24; 25.

ИЗМЕРЕНИЕ РЕЗЬБ

Микрометры со вставками применяют для измерения среднего диаметра наружной резьбы. Резьбовые вставки могут быть призматическими и коническими. При контроле резьб с разным шагом пользуются сменными вставками (табл. 21).

21. Комплектация резьбовых вставок

Пределы измерения прибора, мм	Число пар вставок	Номер вставок	Пределы измерения прибора, мм	Число пар вставок	Номер вставок
0 – 25	5	1; 2; 3; 4; 5	150 – 175	4	3; 4; 5; 6
25 – 50	4	2; 3; 4; 5	175 – 200	3	4; 5; 6
50 – 75	4	2; 3; 4; 5	200 – 225	3	4; 5; 6
75 – 100	4	3; 4; 5; 6	225 – 250	2	5; 6
100 – 125	4	3; 4; 5; 6	250 – 275	2	5; 6
125 – 150	4	3; 4; 5; 5	275 – 300	2	5; 6

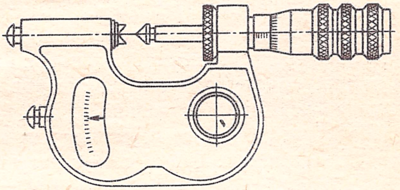


Рис. 47. Резьбовой микрометр с чувствительным рычагом

Микрометры резьбовые с чувствительным рычагом (рис. 47) имеют пределы измерения 0 – 25 и 25 – 50 мм (цена деления 0,002 мм). Характеристика резьбовых вставок к микрометрам приведена в табл. 22.

Метод трех проволочек применяют для измерения среднего диаметра резьбы $d_{ср}$ (рис. 48) с помощью микрометра, оптиметра или друго-

22. Вставки к микрометрам для измерения резьб

Номер вставки	1	2	3	4	5	6
Для резьбы с шагом, мм	0,4 – 0,5	0,6 – 0,8	1 – 1,5	1,75 – 2,5	3 – 4,5	5,6
Номер вставки	7	8	9	10	11	12
Для резьбы дюймовой с числом ниток на 1″	28 – 24	20 – 16	14 – 11	10 – 8	7 – 5	4,5 – 3

П р и м е ч а н и е. В комплект входят одна призматическая и одна коническая вставки.

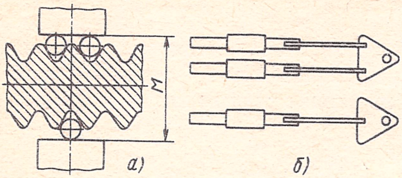


Рис. 48. Измерение среднего диаметра резьбы проволочками:
а – схема измерения; *б* – проволочки

го инструмента. При этом величину среднего диаметра предварительно подсчитывают по формулам:

для метрической резьбы с углом профиля $\alpha = 60°$

$$d_{ср} = M - 3d + 0{,}866P,$$

где M – расстояние между измерительными плоскостями инструмента, мм; d – диаметр проволочек, мм; P – шаг резьбы, мм;

для дюймовой и трубной резьб с углом профиля $\alpha = 55°$

$$d_{ср} = M - 3{,}1657d + 0{,}9605P.$$

При измерениях пользуются проволочками и роликами наивыгоднейшего диаметра (табл. 23).

Микроскопы универсальные и инструментальные применяют для измерения среднего диаметра резьбы, шага, половины угла профиля, наружного и внутреннего диаметров резьбовых калибров и других точных резьбовых изделий.

Калибры резьбовые нерегулируемые (рис. 49) применяются для проверки метрической, дюймовой и трубной цилиндрической резьб.

Шаблоны резьбовые (рис. 50), представляющие собой стальную пластину с зубцами, являются прикладным инструментом для определения шага резьбы изделия. Они комплектуются в два набора:

набор № 1, предназначенный для определения шага метрических резьб, состоит из 20 резьбовых шаблонов с шагом, мм: 0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6.

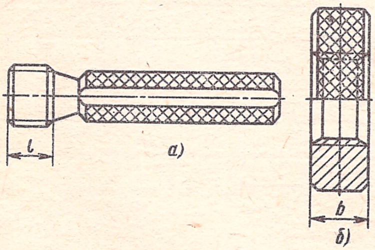


Рис. 49. Калибры резьбовые нерегулируемые:
а – пробка; *б* – кольцо

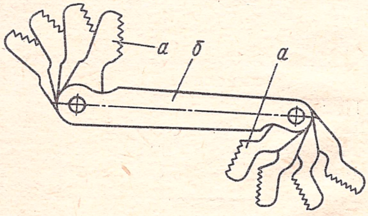


Рис. 50. Шаблоны резьбовые:
а – шаблон резьбовой; *б* – накладка

23. Диаметры проволочек и роликов (мм) для измерения резьб (ГОСТ 2475–62)

Метрическая резьба		Дюймовая резьба		Трапецеидальная резьба		Упорная резьба	
Шаг	Диаметр проволочки	Число ниток на 1″	Диаметр проволочки	Шаг	Диаметр проволочки	Шаг	Диаметр проволочки
0,2	0,118	24	0,572	2	1,047	2	1,157
0,25	0,142	20	0,724	2	1,302*	3	1,732
0,3	0,170	18	0,796	3	1,553	4	2,217
0,35	0,201	16	0,866	3	1,732*	5	2,886
0,4	0,232	14	1,008	4	2,071	6	3,310
0,45	0,260	12	1,157	4	2,217*	8	4,400
0,5	0,291	11	1,302	5	2,595	10	5,493
0,6	0,343	10	1,441	5	2,886*	12	6,585
0,7	0,402	9	1,591	6	3,106	16	8,767
0,75	0,433	8	1,732	6	3,287*	20	10,950
0,8	0,461	7	2,020	8	4,141	24	13,133
1,0	0,572	6	2,311	8	4,211*	32	17,362
1,25	0,724	5	2,886	10	5,176	40	21,863
1,5	0,866	4,5	3,177	12	6,212	48	27,231
1,75	1,008	4	3,580	16	8,282	–	–
2,0	1,157	3,5	4,091	20	10,353	–	–
2,5	1,441	3,25	4,400	24	12,423	–	–
3,0	1,732	3,0	4,773	32	16,565	–	–
3,5	2,020	–	–	40	20,706	–	–
4,0	2,311	–	–	–	–	–	–
4,5	2,592	–	–	–	–	–	–
5,0	2,886	–	–	–	–	–	–
5,5	3,177	–	–	–	–	–	–
6,0	3,468	–	–	–	–	–	–

* Проволочки используют при контроле резьб калибром ПР.

Примечание. При измерении калибром ПР трапецеидальной и упорной резьб необходимо учитывать отклонения половин угла профиля.

набор № 2, предназначенный для определения шага трубной резьбы (ГОСТ 6357–73), состоит из 16 резьбовых шаблонов с числом ниток на 1″: 28; 20; 19; 18; 16; 14; 12; 11; 10; 9; 8; 7; 6; 5; 4 1/2; 4. Толщина резьбового шаблона 0,5–1 мм.

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Зубомеры смещения типа М (ГОСТ 4446–81) служат для определения положения исходного контура относительно поверхности вершин зубьев цилиндрических зубчатых колес внешнего зацепления с модулями 2–50 мм, углом профиля исходного контура 20° и допусками на смещение исходного контура по ГОСТ 1643–81 (рис. 51).

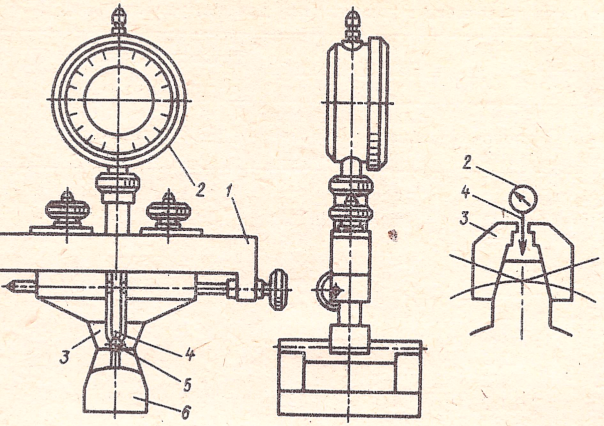


Рис. 51. Зубомер смещения:

1 – корпус; *2* – отсчетное устройство; *3* – губки; *4* – измерительный наконечник; *5* – установочный ролик; *6* – призма

Зубомеры изготовляют классов точности АВ и В. Для измерения зубчатых колес разного модуля используют зубомеры следующих типоразмеров:

Типоразмер	М1	М2	М3	М4
Модуль зубчатых колес, мм	2–10	4–16	10–28	22–50

Цена деления и диапазон показаний отсчетных устройств должны соответствовать ГОСТ 5368–81. Размах показаний не должен превышать значений, указанных в табл. 24. Для зубомеров класса В допу-

24. Размах показаний (мкм) зубомеров смещения типов М

Типоразмер	Класс АВ	Класс В
М1 М2	3	5
М3 М4	–	6

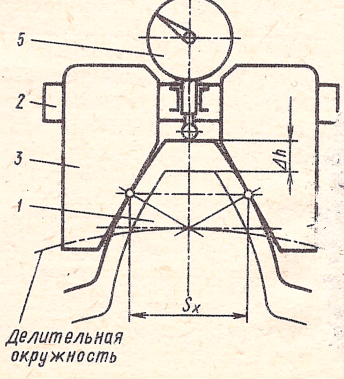


Рис. 52. Схема измерения смещения контура зубомером:

1 – зуб колеса; *2* – направляющая прибора; *3* и *4* – раздвижные губки; *5* – индикатор

скается использовать отсчетные устройства с диапазоном показаний 0–10 мм.

Установка зубомеров на нуль проводится по роликам, размеры которых приведены в табл. 25.

25. Диаметры роликов. Размеры, мм

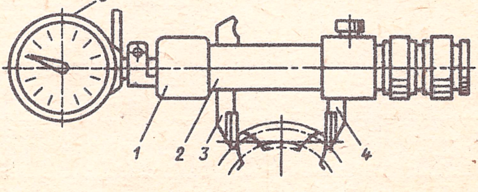
Типоразмер зубомера							
M1		M2		M3		M4	
Модуль зубчатого колеса, мм	Диаметр ролика	Модуль зубчатого колеса, мм	Диаметр ролика	Модуль зубчатого колеса, мм	Диаметр ролика	Модуль зубчатого колеса, мм	Диаметр ролика
2	2,407	4	4,815	10	12,037	22	26,482
2,25	2,708	4,25	5,116*	11	13,241	25	30,092
2,5	3,009	4,5	5,417	12	14,445	28	33,704
2,75	3,310	5	6,019	14	16,852	32	38,518
3	3,661	5,5	6,620	16	19,260	36	43,334
3,5	4,213	6	7,222	18	21,667	40	48,148
3,75	4,514	6,5	7,824*	20	24,074	45	54,167
4	4,815	7	8,426	22	26,482	50	60,186
4,25	5,116*	8	9,630	25	30,092	–	–
4,5	5,417	9	10,834	28	33,704	–	–
5	6,019	10	12,037	–	–	–	–
5,5	6,620	11	13,241	–	–	–	–
6	7,222	12	14,445	–	–	–	–
6,5	7,842*	14	16,852	–	–	–	–
7	8,426	16	19,260	–	–	–	–
8	9,630	–	–	–	–	–	–
9	10,834	–	–	–	–	–	–
10	12,037	–	–	–		–	–

*Изготовляют только по заказу потребителя.

Схема измерения смещения контура показана на рис. 52.

Приборы для измерения длины общей нормали (нормалемеры) по ГОСТ 7760–81 служат для измерения длины общей нормали в пределах 0–700 мм цилиндрических зубчатых колес внешнего зацепления.

Нормалемеры изготовляют типоразмеров М01, М02, М03, М…2, М3 и классов точности АВ и В. Основные части нормалемеров п…заны на рис. 53.



…. 53. **Нормалемер:**
… – корпус; 2 – штанга; … – измерительная губка; … – переставная губка; … – отсчетное устройство

26. Измерительное усилие нормалемеров

Типоразмер	Параметры измеряемых зубчатых колес		Измерительное усилие	Колебание измерительного усилия
	Длина общей нормали	Модуль		
	мм		Н	
M01 M02 M03	До 25 Св. 25 до 50 Св. 50 до 75	От 0,5	2,5–3,5	0,5
M1 M2 M3	До 120 Св. 50 до 300 Св. 150 до 700	От 1,0 От 2,0 От 2,5	3–5,0 5,0–8,0 6,0–10,0	1,0 1,5 2,0

Примечание. Цена деления и диапазон измерений отсчетных устройств нормалемеров типоразмеров M01, M02 и M03 должны соответствовать ГОСТ 10387–81, а типоразмеров M1, M2 и M3 – ГОСТ 5368–81.

27. Размах показаний нормалемеров

Типоразмер	Номинальная длина общей нормали, мм	Класс АВ		Класс В	
		Диапазон измерений	Размах показаний	Диапазон измерений	Размах показаний
		мкм			
M01	До 25	До 20	1,0	–	–
M02	Св. 25 до 50	До 20	1,5		
		Св. 20 до 35	2,0		
M03	Св. 50 до 75	До 45			
M1	До 50	До 20	1,5	До 50	3
		Св. 20 до 50	2,5		3,5
	Св. 50 до 120	До 50			
M2	Св. 50 до 120	До 50			

<table>
<tr><th rowspan="3">Типоразмер</th><th rowspan="3">Номинальная длина общей нормали, мм</th><th colspan="2">Класс AB</th><th colspan="2">Класс B</th></tr>
<tr><th>Диапазон измерений</th><th>Размах показаний</th><th>Диапазон измерений</th><th>Размах показаний</th></tr>
<tr><th colspan="4">мкм</th></tr>
<tr><td>M2</td><td>Св. 120 до 300</td><td>Св. 50 до 120</td><td rowspan="3">3,5</td><td rowspan="4">До 120</td><td rowspan="3">4,0</td></tr>
<tr><td rowspan="4">M3</td><td>Св. 150 до 300</td><td>До 120</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Св. 300 до 535</td><td>До 100</td></tr>
<tr><td>Св. 100 до 120</td><td rowspan="2">5,0</td><td rowspan="2">5,0</td></tr>
<tr><td>Св. 535 до 700</td><td>До 200</td><td>До 200</td></tr>
</table>

Измерительное усилие нормалемеров и интервалы значений параметров измеряемых зубчатых колес приведены в табл. 26.

Размах показаний нормалемеров при измерении колебания длины общей нормали не должен превышать значений, указанных в табл. 27.

Накладные приборы – шагомеры (ГОСТ 3883 – 81) предназначены для измерения шага цилиндрических зубчатых колес с внешними зубьями с модулями 2–50 мм и с допусками по ГОСТ 1643 – 81.

Шагомеры (рис. 54) типоразмеров М1 и М2 изготовляют классов точности АВ и В и типоразмеров М3 и М4 – класса точности В.

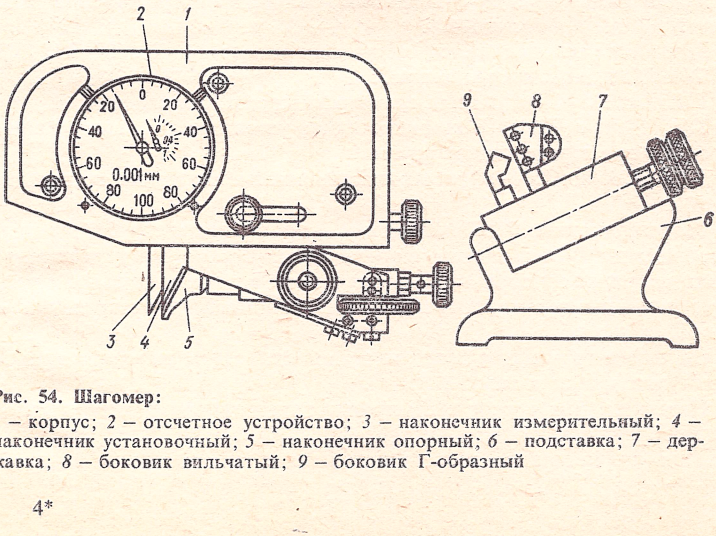


Рис. 54. Шагомер:

1 – корпус; *2* – отсчетное устройство; *3* – наконечник измерительный; *4* – наконечник установочный; *5* – наконечник опорный; *6* – подставка; *7* – державка; *8* – боковик вильчатый; *9* – боковик Г-образный

28. Основные параметры шагомеров

Типоразмер	Модуль измеряемых зубчатых колес, мм	Шагомеры со сферическим измерительным наконечником		Шагомеры с тангенциальным (цилиндрическим) измерительным наконечником	
		Измерительное усилие	Колебание измерительного усилия	Измерительное усилие	Колебание измерительного усилия
		Н			
M1	Св. 2 до 10	1,5–2,5	0,5	4,0–6,5	1,5
M2	Св. 10 до 16				
M3	Св. 16 до 28	2–3,5	1,0		
M4	Св. 28 до 50				

Основные параметры шагомеров должны соответствовать параметрам, указанным в табл. 28.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Теодолит (ГОСТ 10529 – 79) является основным угломерным прибором, которым пользуются при выполнении геодезических работ. Указанный стандарт распространяется на теодолиты, предназначенные для измерения углов со средней квадратической погрешностью измерений одним приемом 1–60″.

Теодолиты изготовляются следующих типов: Т1, Т2, Т5, Т15, Т30 и Т60. Модификации теодолитов:

Т15М и Т30М выполнены в маркшейдерском исполнении;

Т5К, Т15К и Т30М – с компенсатором углов наклона, заменяющим уровень при вертикальном круге;

Т1А, Т2А и Т5А – с автоколлимационным окуляром зрительной трубы.

Теодолиты типов Т15К и Т60 изготовляют только с трубой прямого изображения. В обозначении теодолита, выпускаемого в двух исполнениях – с прямым и обратным изображением оптики зрительной трубы, при наличии прямого изображения необходимо предусматривать букву «П».

Основные параметры теодолитов должны соответствовать параметрам, указанным в табл. 29.

Нивелиры. Для определения превышения методом геометрического визирования применяют нивелиры (ГОСТ 10528–76). Типы нивелиров, их характеристики и область применения приведены в табл. 30.

29. Основные параметры теодолитов

<table>
<tr><th rowspan="2">Параметр</th><th colspan="6">Тип теодолита</th></tr>
<tr><th>T1</th><th>T2</th><th>T5</th><th>T15</th><th>T30</th><th>T60</th></tr>
<tr><td>Средняя квадратическая погрешность измерения угла одним приемом, не более:
горизонтального
вертикального</td><td>1
1,5</td><td>2
3</td><td>5
12</td><td>15
25</td><td>30
45</td><td>60
—</td></tr>
<tr><td>Полная погрешность диаметров лимба горизонтального круга, не более</td><td>1,2</td><td>1,5</td><td>2,5</td><td colspan="3">—</td></tr>
<tr><td>Увеличение зрительной трубы</td><td>30×; 40×</td><td colspan="3">25×</td><td>18×</td><td>15×</td></tr>
<tr><td>Угол поля зрения трубы, ...°</td><td>1</td><td colspan="3">1; 5</td><td colspan="2">2</td></tr>
<tr><td>Диаметр свободного отверстия объектива трубы, мм</td><td>50</td><td colspan="3">35</td><td>25</td><td>30</td></tr>
<tr><td>Наименьшее расстояние визирования зрительной трубой, м</td><td>5</td><td colspan="2">2</td><td>1,5</td><td>1,2;
1*1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Предел измерения углов, ...°
в горизонтальной плоскости
в вертикальной плоскости*2</td><td colspan="6">360
От +60 до −55</td></tr>
<tr><td>Масса, кг, не более:
теодолита
теодолита и комплекта приспособлений в упаковке</td><td>11
16</td><td>5
9</td><td>4,5
8,5</td><td>3,5
6,5</td><td>2,5*3
3,5*3</td><td>2
3,5</td></tr>
</table>

*1 С 1 января 1982 г. только в части теодолита Т30М.

*2 Теодолиты Т15М и Т30М с комплектом приспособлений имеют пределы измерений ±90°.

*3 Теодолит Т30М имеет массу 3,0 кг, с принадлежностями в упаковке −6,5 кг.

В зависимости от устройства, применяемого для приведения визирной оси в горизонтальное положение, нивелиры всех типов должны выпускаться двух исполнений: с уровнем при зрительной трубе и с компенсатором углов наклона. В шифр нивелира с компенсатором входит буква «К».

30. Типы, краткая характеристика и область применения нивелиров

Тип	Краткая характеристика	Область применения
Н-05	Высокоточный нивелир с оптическим микрометром для определения превышений со средней квадратичной погрешностью не более 0,5 мм на 1 км двойного хода	Нивелирование I и II классов точности в государственных геодезических сетях на геодинамических полигонах, при инженерно-геологических работах
Н-3	Точный нивелир для определения превышений со средней квадратической погрешностью не более 3 мм на 1 км двойного хода	Нивелирование III и IV классов, инженерно-геодезические изыскания
Н-10	Технический нивелир для определения превышений со средней квадратической погрешностью не более 10 мм на 1 км двойного хода	Нивелирование для обоснования топографических съемок, инженерно-геодезические изыскания в строительстве

Нивелиры типов Н-3 и Н-10 допускается изготовлять с лимбом для измерения горизонтальных углов. При наличии лимба в шифр нивелира добавляют букву «Л».

Основные параметры нивелиров должны соответствовать параметрам, указанным в табл. 31.

31. Основные параметры нивелиров

Параметр	Тип нивелира		
	Н-05	Н-3	Н-10
Средняя квадратическая погрешность превышения на 1 км двойного хода, мм, не более	0,5	3	10
Средняя квадратическая погрешность, мм, превышения на станции при расстоянии от нивелира до реек, не более:			
30 м	0,15	—	—
50 м	0,20	—	—
100 м	—	2,0	5,0
Увеличение зрительной трубы, не менее	40$^{\times}$	30$^{\times}$	20$^{\times}$
Наименьшее расстояние визирования (без насадки на объектив), м	5	2	2
Коэффициент нитяного дальномера, %	100 ± 1	100 ± 1	100 ± 1
Цена деления уровней на 2 мм:			
установочного, ...′	5 ± 1	10 ± 2	10 ± 2
при трубе, ...″	10 ± 1	15 ± 1,5	45 ± 5
Масса, кг, не более:			
нивелира	6	3	2
укладочного футляра	5	2,5	2

Рейки нивелирные (ГОСТ 11158–76) применяют для определения превышений из нивелирования. Характеристика нивелирных реек приведена в табл. 32.

32. Типы нивелирных реек, их краткая характеристика и область применения

Тип	Краткая характеристика	Область применения
РН-05	Рейка нивелирная односторонняя штриховая для нивелирования с погрешностью 0,5 мм на 1 км хода	Нивелирование I и II классов; геодинамические полигоны
РН-3	Рейка нивелирная двусторонняя шашечная для нивелирования с погрешностью 3 мм на 1 км хода	Нивелирование III и IV классов; инженерно-геодезические изыскания
РН-10	Рейка нивелирная двусторонняя шашечная для нивелирования с погрешностью 10 мм на 1 км хода	Нивелирование техническое: строительные работы

Длина реек в зависимости от их типа должна соответствовать следующим значениям, мм: РН-05 – 1200; 3000; РН-3 – 1600; 3000; 4000; РН-10 – 4000. Рейки длиной 4000 мм выполняют складными, длиной 3000 мм – складными и цельными. В обозначении складных реек после указания длины добавляется буква «С». Основные параметры нивелирных реек приведены в табл. 33.

33. Основные параметры нивелирных реек

Параметр	Тип рейки		
	РН-05	РН-3	РН-10
Цена наименьшего деления шкалы, мм:			
основной	5	10	10
дополнительной	5	10	50
Ширина отсчетного поля рейки, мм, не менее	80	60	60
Допустимое отклонение от номинального значения длины наименьшего интервала, мм	±0,05	±0,20	±0,5
Допустимая разность между средней длиной метра пары реек комплекта, мм	0,15	0,8	1,5
Стрелка прогиба рейки на всю длину, мм, не более	3	6	10
Масса, кг, не более, при длине, мм:			
4000	–	4,5	4,5
3000	6,0	3,5	–
1500	–	2,5	–
1200	2,6	–	–

Глава 4

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ

Сверла изготовляют из быстрорежущей стали Р18 и Р9; в обоснованных случаях допускается использование легированной стали марки 9ХС. Сверла с коническим хвостовиком диаметром от 6 мм и с цилиндрическим хвостовиком диаметром от 8 мм выполняют сварными. Хвостовики сварных сверл изготовляют из стали марки 45 или 40Х.

Твердость рабочей части сверл: из быстрорежущей стали диаметром до 5 мм – *HRC* 62–64, свыше 5 мм – *HRC* 62–65, из стали марки 9ХС диаметром до 5 мм – *HRC* 61–63, свыше 5 мм – *HRC* 61–64. Для сверл спиральных, оснащенных пластинками из твердого сплава, применяют пластины из сплава типа ВК (ГОСТ 3882–74). Для корпусов сверл, диаметр которых равен диаметру режущей части, применяют стали марок Р9 и 9ХС; для корпусов сверл, диаметр которых занижен по отношению к диаметру режущей части, применяют сталь марок 40Х и 45Х. Сверла, корпуса которых изготовлены из стали марки Р9, с коническим хвостовиком диаметром от 6 мм и с цилиндрическим хвостовиком диаметром от 8 мм должны быть сварными. Материал хвостовиков – сталь марок 45 или 40Х.

Твердость корпусов: *HRC* 40–50 – сталь марок 40Х и 45Х; *HRC* 56 – 62 – сталь марок 9ХС и Р9.

Рабочую часть цельных твердосплавных спиральных сверл и монолитные сверла (короткая серия) ГОСТ 17277–71 изготовляют из твердого сплава марок: ВК6-М, ВК8, ВК10-М. Допускается изготовлять спиральные сверла из других марок твердого сплава по ГОСТ 3882–74.

Материал хвостовиков укороченных сверл, сверл средней серии и сверл с коническим хвостовиком – сталь марки 45 или 40Х. Твердость лапок у сверл с коническим хвостовиком *HRC* 30–45.

Сверла центровочные комбинированные (ГОСТ 14952–75) изготовляют четырех типов: сверла для центровых отверстий 60° без предохранительного конуса; для центровых отверстий 60° с предохранительным конусом 120°; для центровых отверстий 75° без предохранительного конуса; сверла для центровых отверстий с дугообразной образующей.

Зенкеры. В соответствии с техническими требованиями ГОСТ 1677–75 рабочая часть зенкеров с хвостовиком, а также насадные зенкеры и ножи сборных зенкеров изготовляют из быстрорежущей стали, при этом твердость поверхностей должна быть: при диаметре до

16 мм – *HRC* 61 – 64, свыше 16 мм – *HRC* 62 – 65. Допускается изготовление зенкеров из легированной стали марки 9ХС. Твердость поверхности зенкеров из стали марки 9ХС должна быть *HRC* 61 – 64.

Техническими требованиями ГОСТ 12509–75 предусматривается оснащение зенкеров пластинами из твердого сплава марок ВК6, ВК8-В, ВК6-М, Т5К10, Т15К6, Т14К8. Корпуса таких зенкеров (с коническим хвостовиком или насадных) следует изготовлять из стали марок 40Х и 45Х (твердость *HRC* 35–45), а также из сталей 9ХС и быстрорежущей (твердость *HRC* 56–62). Для корпусов зенкеров с коническим хвостовиком или насадных со вставными ножами, оснащенных твердосплавными пластинами, используют стали марок 40Х и 45Х (твердость *HRC* 35–45).

Корпуса зенкеров, которые оснащены пластинами из твердого сплава, с коническим хвостовиком или насадных следует изготовлять из стали марок 40Х и 45Х (твердость *HRC* 35–45), а также из сталей 9ХС и Р9 (твердость *HRC* 56–62). Стали марок 9ХС и Р9 применяются для корпусов зенкеров, диаметр которых равен диаметру режущей части, а стали марок 40Х и 45Х – для корпусов зенкеров, диаметр которых меньше диаметра режущей части.

Развертки. Техническими требованиями ГОСТ 1523–81 предусматривается изготовление разверток:

ручных из легированной стали марки 9ХС или в обоснованных случаях из быстрорежущей стали; твердость поверхности рабочей части разверток из стали марки 9ХС диаметром до 8 мм – *HRC* 61–63, свыше 8 мм – *HRC* 62–64; разверток из быстрорежущей стали диаметром до 8 мм – *HRC* 61–63, свыше 8 мм – *HRC* 62–65;

машинных цельных и сборных со вставными ножами – из быстрорежущей стали, в обоснованных случаях – из легированной стали марки 9ХС; твердость поверхности рабочей части цельных разверток из быстрорежущей стали диаметром до 6 мм должна быть *HRC* 61–63, свыше 6 мм – *HRC* 62–65; разверток из стали 9ХС диаметром до 8 мм – *HRC* 61–63, свыше 8 мм – *HRC* 61–64.

Для разверток машинных, оснащенных пластинами из твердого сплава, применяют сплавы ВК6, ВК6-М, Т15К6, Т14К8 и Т5К10.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Метчики. По техническим требованиям ГОСТ 3449–71 метчики должны быть изготовлены из быстрорежущей стали марок, предусмотренных ГОСТ 19265–73. Машинно-ручные метчики диаметром 1–2,5 мм допускается изготовлять из углеродистой стали марок У11А и У12А. Метчики из быстрорежущей стали с шагом 1 мм и более должны изготовляться цианированными, допускается по соглашению с потребителем изготовление нецианированных метчиков. Прямые хвостовики сварных машинно-ручных и гаечных метчиков изготовляют из стали марок 45 и 40Х, изогнутые хвостовики сварных гаечных метчиков – из стали марки У7.

Твердость рабочей части метчиков из быстрорежущей стали диаметром до 6 мм включительно *HRC* 61–63, диаметром свыше 6 мм – *HRC* 62–65; из стали марок У11А, У12А – *HRC* 59–61.

Плашки круглые (ГОСТ 9740–71) изготовляют из стали марок ХВСГ или 9ХС. В обоснованных случаях допускается изготовление плашек из быстрорежущей стали марок, предусмотренных ГОСТ 9265–73.

Твердость режущих кромок зубьев должна быть: у плашек из стали марок ХВСГ, 9ХС – *HRC* 58–62; у плашек из быстрорежущей стали – *HRC* 61–63.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПИЛИВАНИЯ И ШАБРЕНИЯ

Напильники (ГОСТ 1465–80) изготовляют следующих типов: 1 – плоские; 2 – квадратные; 3 – трехгранные; 4 – ромбические; 5 – ножовочные; 6 – полукруглые; 7 – круглые. По твердости (сцепляемости с контрольной пластинкой) различают исполнения: 01 (*HRC* 57); 02 (*HRC* 59); 03 (*HRC* 61).

Напильники должны иметь перекрестную (двойную) насечку: основную, расположенную под углом 65° к оси напильника, и вспомогательную, расположенную под углом 45° к этой же оси.

Узкие стороны ножовочных и одна из узких сторон плоских напильников должны иметь одинарную насечку, выполненную под углом 65°. Количество насечек узких сторон обычно равно количеству основных насечек широких сторон. Большая узкая сторона ножовочных напильников имеет насечку только на параллельном участке. Круглые на-

1. Число основных насечек или нарезок на 10 мм длины напильника

<table>
<tr><th rowspan="2">Длина рабочей части напильника, мм</th><th colspan="4">Номер насечки или нарезки</th><th colspan="2">Номер насечки</th></tr>
<tr><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th></tr>
<tr><td>100</td><td rowspan="6">–</td><td rowspan="2">14</td><td rowspan="2">20</td><td rowspan="2">28</td><td rowspan="2">40</td><td rowspan="2">56</td></tr>
<tr><td>125</td></tr>
<tr><td>150</td><td>12</td><td>17</td><td>24</td><td>34</td><td>48</td></tr>
<tr><td>200</td><td>10</td><td>14</td><td>20</td><td>28</td><td>40</td></tr>
<tr><td>250</td><td>8</td><td>12</td><td>17</td><td>24</td><td>34</td></tr>
<tr><td>300</td><td>7</td><td>10</td><td>14</td><td>20</td><td>28</td></tr>
<tr><td>350</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">12</td><td rowspan="2">–</td><td rowspan="2">–</td></tr>
<tr><td>400</td></tr>
</table>

2. Число вспомогательных насечек или нарезок на 10 мм длины напильника

При числе основных насечек или нарезок											При числе основных насечек			
5	6	7	8	10	12	14	17	20	24	28	34	40	48	56
4	5	6	7	8	10	12	14	17	20	24	28	34	40	48

пильники и полукруглая сторона полукруглых напильников (номера 3, 4 и 5) могут иметь одинарную насечку. Круглые напильники иногда выполняют со спиральной одинарной насечкой с углом наклона 70° ± ± 5°.

Круглые напильники и полукруглую сторону полукруглых напильников изготовляют с насеченным или нарезанным зубом, а остальные типы напильников – с насеченным зубом. Напильники с нарезанным зубом должны иметь перекрестную насечку – основную и вспомогательную, которые выполнены под углом 70°.

Напильники изготовляют с насечкой шести номеров – 0; 1; 2; 3; 4; 5 и четырех номеров нарезок – 0; 1; 2; 3. Число основных насечек или нарезок на 10 мм длины выбирается по табл. 1. Число вспомогательных насечек или нарезок на 10 мм длины в зависимости от числа основных насечек или нарезок должно соответствовать числу, указанному в табл. 2.

Рашпили (табл. 3). Техническими требованиями ГОСТ 6876–79 предусмотрено изготовление рашпилей из сталей марок У7 и У7А; допускается их изготовление из сталей марок У8, У8А, У10, У10А, У12 и У12А.

Твердость и острота зубьев рашпилей должны обеспечивать сцепляемость их с контрольной пластинкой, выполненной из сталей марок У7 и У10А и имеющей твердость $HRC \geqslant 46$. Твердость поверхности хвостовика рашпиля на участке от тонкого конца до середины его длины должна быть $HRC \leqslant 35$.

Надфили (ГОСТ 1513–77) изготовляют следующих типов: плоские тупоносые и остроносые, квадратные, трехгранные, трехгранные односторонние, круглые, полукруглые, ромбические, ножовочные, овальные, пазовые.

Они имеют двойную насечку: основную – под углом 25° и вспомогательную – под углом 45°.

На узких сторонах плоских и ножовочных надфилей, а также на овальных сторонах пазовых надфилей выполняют одинарную (основную) насечку. Надфили изготовляют с насечкой десяти номеров: 00; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8. Число основных и вспомогательных насечек на 10 мм длины зависит либо от номера насечки (табл. 4), либо от номера насечки и длины рабочей части (табл. 5).

Надфили изготовляют из стали марки 13Х (ГОСТ 5950–73) или из стали марок У12, У12А, У13, У13А (ГОСТ 1435–74). Твердость

3. Технические характеристики рашпилей

Обозначение	Длина рашпиля, мм	Число зубьев на 10 мм ширины		Число рядов зубьев на 10 мм длины		Число насечек узкой стороны на 10 мм длины	
		Номер насечки					
		1	2	1	2	1	2
Плоские тупоносые рашпили							
3806 – 0001	200	3	—	4	—	10	—
3806 – 0002		—	4	—	5	—	20
3806 – 0003	250	2,5	—	3,5	—	9	—
3806 – 0004		—	3,5	—	4,5	—	18
3806 – 0005	300	2,5	—	3	—	9	—
3806 – 0006		—	3,5	—	4	—	16
3806 – 0007	350	2	—	3	—	7	—
3806 – 0008		—	3	—	4	—	14
Плоские остроносые рашпили							
3806 – 0021	200	3	—	4	—	10	—
3806 – 0022		—	4	—	5	—	20
3806 – 0023	250	2,5	—	3,5	—	9	—
3806 – 0024		—	3,5	—	4,5	—	18
3806 – 0025	300	2,5	—	3	—	8	—
3806 – 0026		—	3,5	—	4	—	16
3806 – 0027	350	2	—	3	—	7	—
3806 – 0028			3	—	4		14

Обозначение	Длина рашпиля, мм	Число зубьев на 10 мм дуги цилиндрической части		Число рядов зубьев на 10 мм длины	
		Номер насечки			
		1	2	1	2
Круглые рашпили					
3806 – 0041	200	3	—	4	—
3806 – 0042		—	4	—	5
3806 – 0043	250	2,5	—	3,5	—
3806 – 0044		—	3,5	—	4,5
3806 – 0045	300	2,5	—	3	—
3806 – 0046		—	3,5	—	4
3806 – 0047	—	2	—	3	—
3806 – 0048	350		3	—	4
Полукруглые рашпили					
3806 – 0061	200	3		4	—
3806 – 0062		—	4	—	5
3806 – 0063	250	2,5	—	3,5	—
3806 – 0064		—	3,5	—	4,5
3806 – 0065	300	2,5	—	3	—
3806 – 0066		—	3,5	—	4
3806 – 0067	350	2		3	—
3806 – 0068			3		4

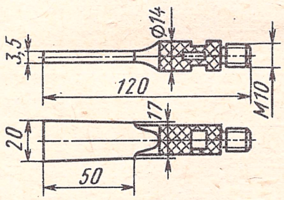
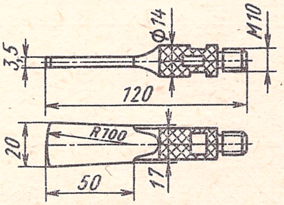
4. Число основных и вспомогательных насечек надфиля на 10 мм его длины

Вид насечки	Номер насечки									
	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Основная	20	25	32	40	48	56	67	80	95	112
Вспомогательная	16	21	27	35	42	50	61	74	87	104

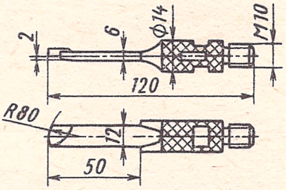
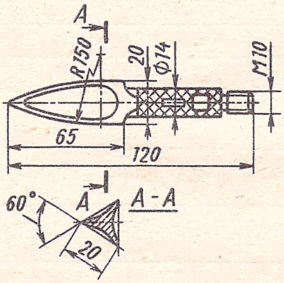
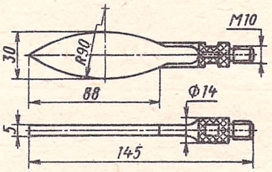
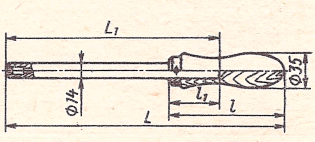
5. Число насечек на 10 мм длины надфиля в зависимости от длины его рабочей части и номера насечки

Длина рабочей части, мм	Номера насечки									
	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8
50	–	–	32	40	–	56	–	80	–	112
60	–	25	32	–	48	–	67	–	95	–
80	20	25	–	40	–	56	–	80	–	–

6. Типы шаберов

Тип	Эскиз	Примечание
Плоский прямой		Твердость рабочей части на длине 50 мм *HRC* 62 – 65
Плоский радиусный		Твердость рабочей части на длине 50 мм *HRC* 62 – 65

Продолжение табл. 6

Тип	Эскиз	Примечание
Плоский с пластиной из твердого сплава		Материал пластины – твердый сплав Т15К6. Паять пластину медью М3
Трехгранный		Твердость рабочей части на длине 65 мм *HRC* 62 – 65
Ложкообразный		Твердость рабочего конца на длине 100 мм *HRC* 62 – 65
Ручка для шабера		Размеры ручек, мм: *L* — L_1 — *l* — l_1 190 — 150 — 100 — 60 280 — 240 — 100 — 60 380 — 330 — 120 — 70 510 — 460 — 120 — 70

и острота зубьев надфиля должны обеспечить сцепляемость с контрольной пластинкой из стали марок У10 или У12.

Шаберы изготовляют цельными из инструментальной стали марки У12А (твердость рабочей части таких шаберов указана в табл. 6) и с пластинками из твердого сплава Т15К6.

Для стержня шабера используют сталь 45. Пластину паяют медью М3.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РЕЗКИ И РУБКИ МЕТАЛЛА

Полотна ножовочные (табл. 7) изготовляют двух типов: тип I – из стали Р9 или Х6ВФ; тип II – из стали Р9 или Р18.

Ручные ножовочные станки обычной конструкции и с вертикальной ручкой показаны на рис. 1.

Ножницы ручные (табл. 8) для резки металла изготовляют трех типов: 1 – пряморежущие; 2 – для резки отверстий; 3 – для фигурной резки.

Для рычагов ножниц используют сталь марки У7 или У7А, для оси шарнира – сталь марки 35.

Усилие, прилагаемое в зоне охвата ручек, должно быть не более 20 Н для ножниц длиной 200 и 250 мм и 30 Н – для ножниц длиной 320 и 400 мм.

Параметры шероховатости поверхностей ножниц должны быть: ленточек с наружной стороны лезвий, отверстий под шейку оси шарнира, наружных поверхностей ручек – $Rz \leqslant 20$; наружных и внутренних поверхностей лезвий, шейки оси шарнира – $Ra \leqslant 2{,}5$; внутренних поверхностей ручек – $Rz \leqslant 40$.

Ножницы ручные рычажные (тип ВМС-101) предназначены для прямолинейной резки листовой стали толщиной до 2 мм. Габаритные размеры ножниц 2245 × 460 мм, масса 207 кг.

Ножницы ручные трещоточные предназначены для прямолинейной и криволинейной резки листовой стали толщиной до 1 мм. Габаритные размеры ножниц 280 × 60 × 820 мм, масса 11 кг.

Зубила слесарные (табл. 9), **крейцмейсели** (табл. 10) **и зубила канавочные** (табл. 11) изготовляют из сталей 7ХФ или 8ХФ, У7А или 8УА.

7. Основные размеры ножовочных полотен, мм

Полотно	Межцентровые расстояния	Ширина	Толщина	Диаметр отверстий
Ножовочное ручное (тип I)	250	13	0,65	6
	300			
	300	16	0,8	7
Ножовочное машинное (тип II)	350	25	1,25	9
	400	32	1,6	11
	450	40	2	12
	600	50	2,5	15

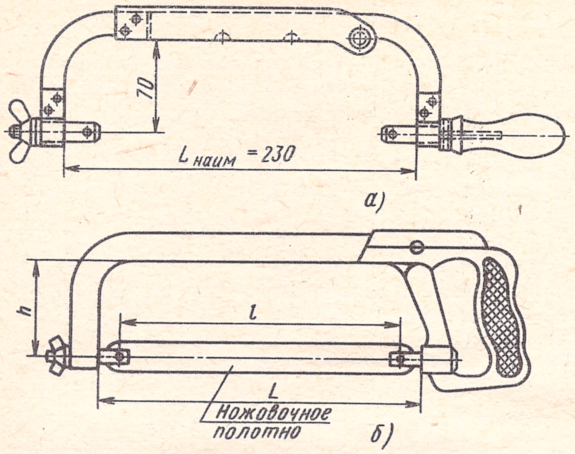
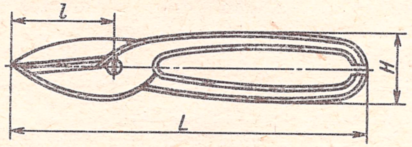


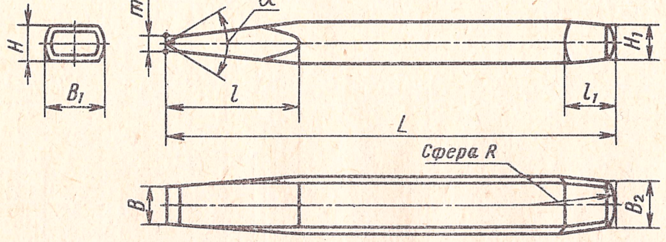
Рис 1. Ручные ножовочные станки:
а — обычной конструкции; *б* — с вертикальной ручкой

8. Основные размеры ручных ножниц, мм

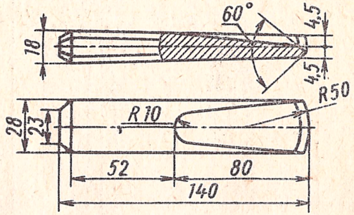


Обозначение ножниц		Тип ножниц	*L*	*l*	*H*
праворежущих	леворежущих				
2809-0001 2809-0003 2809-0005 2809-0007	2809-0002 2809-0004 2809-0006 2809-0008	1	200 250 320 400	63 71 90 110	40 60
2809-0011 2809-0013	2809-0012 2809-0014	2	250 320	63 71	40 50
2809-0015 2809-0017	2809-0016 2809-0018	3	250 320	71 80	40 50

9. Размеры зубил



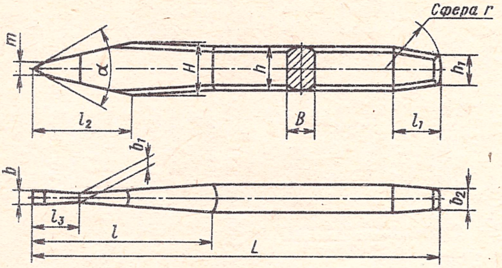
Слесарные зубила



Зубила для снятия заусенцев на заклепках

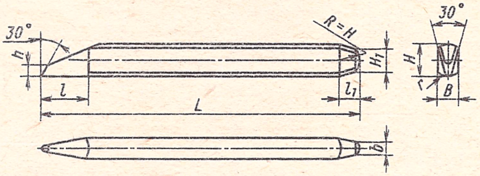
Размеры, мм									Обрабатываемый материал		
									твердый	средней твердости	мягкий
B	L	H	B_1	l	l_1	H_1	B_2	m	Угол заточки α°		
5	100	8	12	25	10	5	10	2–3	70	60	45
10	125	8	12	35	12	5	10	2–3			
15	150	10	16	40	15	8	14	4–5			
20	175	16	25	50	18	12	22	4–5			
25	200	20	30	60	20	16	28	5–6			

10. Размеры крейцмейселей слесарных



Размеры, мм													Угол заточки α°
b	L	B	h	h_1	H	l_1	l_2	l_3	l_4	b_1	b_2	m	
2	125	8	12	10	15	15	30	10	55	1,5	5	4,3; 3,0; 2,6	45; 60; 70
5	160	10	16	14	20	20	35	12	60	4	8	5,7; 4,0; 2,5	
8	160	10	16	14	20	20	35	12	60	7	8	5,7; 4,0; 2,5	
10	200	16	25	22	30	25	45	15	65	8	12	7,2; 5,0; 4,4	
12	200	16	25	22	35	30	50	15	70	10	12	7,2; 5,0; 4,4	

11. Размеры зубил слесарных канавочных



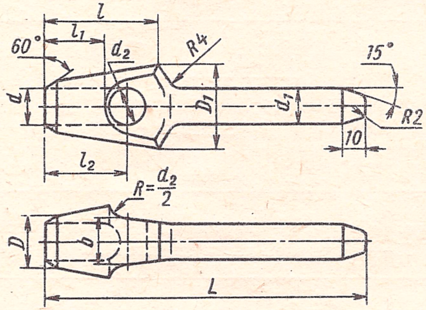
Размеры, мм									Масса, кг
L	H	H_1	B	r	l	l_1	h	b	
125	12	10	8	1,5	20	10	6	6	0,09
180	16	14	10	2	25	15	8	8	0,28
				2,5	30	20			
250	25	22	16	3	40	25	12	12	0,8

Продолжение табл. 11

Размеры, мм									Масса, кг
L	*H*	H_1	*B*	*r*	*l*	l_1	*h*	*b*	
250	25	22	16	3,5	40	25	12	12	0,7
				4					

Примечание. Материал – сталь марки-У7А. Твердость рабочей части на длине *l* – *HRC* 52 – 56; ударной части на длине 15 – 25 мм – *HRC* 32 – 40.

12. Просечки цельные



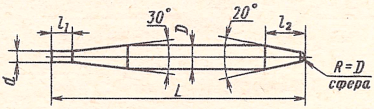
Размеры, мм										Масса, кг
d	*L*	*l*	l_1	l_2	*D*	D_1	*b*	d_1	d_2	
6	100	30	15	20	9	21	–	9	10	0,06
8					11	26				0,17
10	125	45	25	33	13	28	20	14	16	0,18
12					15	30				0,19
14			32	42	18	34			20	0,3
16					21	38				0,33
18	140	60	35	48	23	40	30	16	25	0,34
20					25	42				0,38

Продолжение табл. 12

<table>
<tr><th colspan="10">Размеры, мм</th><th rowspan="2">Масса, кг</th></tr>
<tr><th>d</th><th>L</th><th>l</th><th>l_1</th><th>l_2</th><th>D</th><th>D_1</th><th>b</th><th>d_1</th><th>d_2</th></tr>
<tr><td>24</td><td rowspan="2">160</td><td rowspan="2">70</td><td rowspan="2"></td><td>54</td><td>29</td><td>48</td><td rowspan="2">40</td><td rowspan="2">20</td><td>28</td><td>0,55</td></tr>
<tr><td>26</td><td>55</td><td>31</td><td>50</td><td>30</td><td>0,66</td></tr>
<tr><td>30</td><td rowspan="3">180</td><td rowspan="3">80</td><td rowspan="3">40</td><td>58</td><td>35</td><td>55</td><td rowspan="3">50</td><td rowspan="3">25</td><td>35</td><td>0,85</td></tr>
<tr><td>34</td><td>60</td><td>39</td><td>60</td><td>40</td><td>0,86</td></tr>
<tr><td>38</td><td>61</td><td>44</td><td>65</td><td>42</td><td>0,96</td></tr>
<tr><td>42</td><td rowspan="3">200</td><td rowspan="3">95</td><td rowspan="3">45</td><td>68</td><td>48</td><td>70</td><td rowspan="3">55</td><td rowspan="3">30</td><td>45</td><td>1,4</td></tr>
<tr><td>48</td><td rowspan="2">72</td><td>54</td><td rowspan="2">80</td><td rowspan="2">54</td><td>1,55</td></tr>
<tr><td>50</td><td>57</td><td>1,57</td></tr>
</table>

П р и м е ч а н и е. Материал – сталь марки У8. Твердость рабочей части просечки – *HRC* 35 – 40, ударной части на длине 30 мм – *HRC* 52 – 56.

13. Пробойники



Размеры, мм					Масса, кг
d	L	D	l_1	l_2	
3	80	8	15	10	0,03
4	100	10	20	10	0,05
5	125	12	25	15	0,1
6	160	14	30	15	0,16
8	200	16	40	20	0,23

П р и м е ч а н и е. Материал – сталь марки У7А. Твердость рабочей части на длине 22 мм – *HRC* 52 – 56, ударной части на длине 15 мм – *HRC* 30 – 40.

Просечки и пробойники. В табл. 12 приведены размеры и масса просечек (цельных) и в табл. 13 – размеры и масса пробойников.

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ

Шлифовальные материалы делятся на группы в зависимости от размера зерен:

	Размер зерен, мкм
Шлифзерно	2000 – 160
Шлифпорошки	125 – 40
Микрошлифпорошки	63 – 14
Тонкие микрошлифпорошки	10 – 3

Зернистость шлифзерна и шлифпорошков обозначают числом, определяемым как 0,1 размера (мкм) стороны ячейки сита в свету, в которой задерживается зерно основной фракции. Обозначение зернистости микропорошков связано с верхним пределом размера зерен основной фракции. Процентное содержание основной фракции (табл. 14) указывается в обозначении зернистости буквенным индексом.

14. Максимальное содержание основной фракции, %

Индекс	Зернистость					Индекс	Зернистость				
	200–8	6–4	М63–М28	М20–М14	М10–М5		200–8	6–4	М63–М28	М20–М14	М10–М5
В	–	–	60	60	55	Н	45	40	45	40	40
П	55	55	50	50	45	Д	41	–	43	39	39

Зернистость шлифовальных материалов дана в табл. 15 и 16.

Зерновой состав шлифовальных материалов характеризуют процентным содержанием следующих фракций: предельной, крупной или предельной плюс крупная, основной, комплексной и мелкой. Комплексная фракция шлифзерна и шлифпорошков состоит из трех фракций: крупной, основной и смежной; микрошлифпорошков – из двух фракций: основной и смежной. Зерновой состав шлифовальных материалов должен соответствовать требованиям, приведенным в ГОСТ 3647–80. Выбор абразивного материала зависит от материала обрабатываемых поверхностей.

Используют следующие виды абразивных материалов:

электрокорунд нормальный – для шлифования и притирки стали всех марок (кроме закаленных быстрорежущих сталей), ковкого чугуна (отожженного) перлитовой структуры и твердой бронзы;

электрокорунд белый – для шлифования и притирки закаленной быстрорежущей стали и ее заменителей, а также для заточки мелких сверл, разверток и т. п.;

карбид кремния черный – для шлифования мягкой бронзы, меди, латуни, алюминия и серого чугуна;

15. Зернистость шлифзерна и шлифпорошков

Зернистость	Размер, мкм, сторон ячейки сита в свету, при котором зерна основной фракции		Зернистость	Размер, мкм, сторон ячейки сита в свету, при котором зерна основной фракции	
	проходят через сито	задерживаются на сите		проходят через сито	задерживаются на сите
200	2500	2000	25	315	250
160	2000	1600	20	250	200
125	1600	1250	16	200	160
100	1250	1000	12	160	125
80	1000	800	10	125	100
63	800	630	8	100	80
50	630	500	6	80	63
40	500	400	5	63	50
32	400	315	4	50	40

16. Зернистость микрошлифпорошков и тонких микрошлифпорошков

Зернистость	Размер зерен основной фракции, мкм	Зернистость	Размер зерен основной фракции, мкм
M63	63 – 50	M20	20 – 14
M50	50 – 40	M14	14 – 10
M40	40 – 28	M10	10 – 7
M28	28 – 20	M7	7 – 5
		M5	5 – 3

карбид кремния зеленый – для шлифования и притирки твердых сплавов и очень твердых сталей;

карбид бора – для притирки азотированных и из твердого сплава уплотнительных колец;

корунд – для притирки закаленных уплотнительных колец.

Шлифовальные шкурки применяют для ручной или станочной зачистки и отделки изделий, а также для полирования металлов. Шкурки изготовляют следующих типов:

1 – для машинной и ручной обработки металлов;

2 – для машинной и ручной обработки неметаллических материалов (дерева, кожи и др.);

3 – для машинной обработки неметаллических материалов (дерева, кожи и др.) с редким покрытием бумажной основы абразивным слоем.

В зависимости от способа нанесения абразивного слоя шлифовальные шкурки подразделяются на следующие виды: ЭС – абразивный слой нанесен электростатическим способом; МС – абразивный слой нанесен механическим способом.

Шлифовальную шкурку выпускают в рулонах или в листах.

Шкурка шлифовальная бумажная водостойкая (ГОСТ 10054 – 82) предназначена для обработки изделий с применением воды, водных

17. Размеры листов и рулонов (мм) шлифовальной бумажной водостойкой шкурки

Рулоны		Листы	
Ширина (пред. откл. ±3)	Длина (пред. откл. ±0,5)	Ширина (пред. откл. ±3)	Длина (пред. откл. ±2)
500; 650;	50; 100	140; 230	230; 280; 310
700; 750		280	310
950; 1000	30; 50	320	320

эмульсий, керосина и других смазочно-охлаждающих жидкостей и без охлаждения. Шлифовальная шкурка выпускается в рулонах и листах (табл. 17).

Шлифовальные шкурки (ГОСТ 10054–82) изготовляют из абразивных материалов, указанных в табл. 18.

Шкурка шлифовальная тканевая (ГОСТ 5009–82) предназначена для машинной и ручной обработки изделий без охлаждения или с применением смазочно-охлаждающих жидкостей на основе масла, керосина, бензина-растворителя. Шлифовальная шкурка изготовляется следующих типов:

1 – для машинной обработки неметаллических материалов, металлов и сплавов низкой твердости и ручной обработки различных материалов;

2 – для машинной и ручной обработки твердых и прочновязких материалов.

18. Абразивные материалы

<table>
<tr><th>Вид абразивного материала</th><th>Марка</th><th>Зернистость</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Нормальный электрокорунд</td><td>13А</td><td>16-П; 16-Н; 12-П; 12-Н; 10-Н, 8-П; 8-Н; 6-П; 6-Н; 5-П; 5-Н; 4-П; 4-Н; 3-Н</td></tr>
<tr><td>14А; 15А</td><td rowspan="3">16-П; 16-Н; 12-П; 12-Н; 10-П; 10-Н; 8-П; 8-Н; 6-П; 6-Н; 5-П; 5-Н; 4-П; 4-Н; 3-Н; М63-В; М63-П; М63-Н; М50-В; М50-П; М50-Н; М40-В; М40-П; М40-Н; М28-В; М28-П; М28-Н; М20-В; М20-П; М20-Н; М14-В; М14-П; М14-Н</td></tr>
<tr><td>Зеленый карбид кремния</td><td>63С; 64С</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Черный карбид кремния</td><td>54С; 55С</td></tr>
<tr><td>53С</td><td>16-П; 16-Н; 12-П; 12-Н; 10-П; 10-Н; 8-П; 8-Н; 6-П; 6-Н</td></tr>
</table>

19. Размеры рулонов шлифовальной тканевой шкурки

Зернистость абразивного материала	Ширина (пред. откл. ± 15), мм	Длина (пред. откл. ± 0,3) м
40 и мельче	725; 760; 775; 820	50
50 и крупнее		30

Примечание. По согласованию с потребителем допускается изготовление рулонов шириной более 820 мм и длиной более 50 м.

В зависимости от способа нанесения абразивного материала на основу, шлифовальная шкурка должна изготовляться следующих видов:

Э – шлифовальная шкурка с абразивным материалом, нанесенным электростатическим способом;

М – шлифовальная шкурка с абразивным материалом, нанесенным механическим способом.

Шлифовальная шкурка должна выпускаться в рулонах и листах. Размеры рулонов шлифовальной шкурки даны в табл. 19.

Размеры листов шлифовальной шкурки, мм:

Ширина	210 ± 3	250 ± 3	380 ± 15	750 ± 15	800 ± 25
Длина	280 ± 2	300 ± 2	600 ± 10	800 ± 10	

Абразивный инструмент применяют для шлифовальных работ, заточки инструмента и других целей. Формы и размеры абразивного инструмента стандартизованы (ГОСТ 2424–75, ГОСТ 2447–76, ГОСТ 2456 – 82, ГОСТ 2464 – 82). Заводы инструментальной промышленности изготовляют круги шлифовальные плоские прямого профиля ПП; круги шлифовальные фасонного профиля; головки шлифовальные; бруски шлифовальные; сегменты шлифовальные; круги шлифовальные плоские прямого профиля специального применения, предназначенные для работы при окружной скорости 50 м/с.

Для механизированных и немеханизированных шлифовальных машин обычно применяют нормальные шлифовальные круги, предназначенные для шлифования периферией круга, а также чашечные цилиндрические и конические, предназначенные для шлифования торцом круга.

Шлифовальные головки различной формы и мелкие шлифовальные круги применяют на станках с гибкими валами при обработке фасонных поверхностей штампов, пресс-форм и т. п.

Бруски шлифовальные различной формы, применяемые для заправки инструмента, при доводочных работах и т. п.

Абразивные материалы, применяемые для изготовления инструмента, приведены в табл. 20.

Шкала степеней твердости абразивного инструмента

Твердость абразивного инструмента	Обозначения подразделений твердости
ВМ – весьма мягкий	ВМ1, ВМ2
М – мягкий	М1, М2, М3
СМ – среднемягкий	СМ1, СМ2
С – средний	С1, С2
СТ – среднетвердый	СТ1, СТ2, СТ3
Т – твердый	Т1, Т2
ВТ – весьма твердый	–
ЧТ – чрезвычайно твердый	–

20. Виды абразивного материала, его зернистость и связки, применяемые для изготовления инструмента

Абразивный материал	Связка			
	керамическая			бакелитовая
	Группа материала			
	Шлиф-зерно	Шлиф-порошки	Микро-порошки	Шлиф-зерно
	Зернистость			
Нормальный электрокорунд	50 – 16	12 – 6	–	160 – 16
Белый электрокорунд	50 – 16	12 – 3	М40 – М10	50 – 16
Монокорунд	50 – 16	12 – 5	–	–
Зеленый карбид кремния	50 – 16	12 – 3	М40 – М10	50 – 16
Черный карбид кремния	50 – 16	12	–	160 – 16

Абразивный материал	Связка				
	бакелитовая		вулканитовая		
	Группа материала				
	Шлиф-порошки	Микро-порошки	Шлиф-зерно	Шлиф-порошки	Микро-порошки
	Зернистость				
Нормальный электрокорунд	12 – 3	–	10 – 16	12 – 5	–
Белый электрокорунд	12 – 3	М40 – М10	50 – 16	12 – 5	–
Монокорунд	–	–	–	–	–
Зеленый карбид кремния	12 – 3	М40 – М10	–	12 – 5	–
Черный карбид кремния	12 – 5	–	–	–	–

Глава 5

ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РУЧНЫХ РАБОТ

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СБОРОЧНЫХ И СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

Ключи гаечные должны иметь следующую твердость *HRC*:

Размер зева ключа, мм	Ряд 1	Ряд 2
3,2 – 36,0	44 – 50	40 – 45
41,0 – 85,0	39 – 45	35 – 40

В зависимости от величины передаваемого крутящего момента (табл. 1) по прочности ключи гаечные разбиты на 4 группы – *A*, *B*, *C*, *D* и в соответствии с обозначением группы изготовляются из сталей марок 40ХФА, 40Х и 45. Допускается применять другие стали с твердостью после термообработки не ниже указанной. Необходимую прочность ключей для круглых шлицевых гаек определяют по величинам крутящих моментов, приведенных в табл. 2.

При сборке используют разнообразные типы гаечных ключей со следующими размерами зева:

	Размеры зева, мм
Двусторонние с открытым зевом (ГОСТ 2839 – 80Е)	От 2,5 × 3,2 до 75 × 80
Односторонние с открытым зевом (ГОСТ 2841 – 80Е)	От 3,2 до 85
Кольцевые двусторонние (ГОСТ 2906 – 80Е)	От 5,5 × 7 до 50 × 55
Комбинированные с открытым и кольцевым зевами (ГОСТ 16983 – 80Е)	От 5,5 × 5,5 до 55 × 55

1. Величины испытательных крутящих моментов для гаечных ключей, Н · м, не менее

Размер зева ключа, мм	Группа				Размер зева ключа, мм	Группа			
	A	*B*	*C*	*D*		*A*	*B*	*C*	*D*
22	370	280	225	103	50	2512	2109	1716	785
24	451	350	287	134	55	3140	2649	2077	1050
27	594	500	399	191	60	3847	3188	2471	1246
30	760	638	536	255	65	4021	3335	2844	1422
32	884	736	642	290	70	4658	3924	3364	1619
36	1164	961	893	407	75	5394	4415	3865	1766
41	1579	1324	1154	564	80	6178	4905	4405	1913
46	2068	1717	1453	736	85	6963	5396	4964	2060

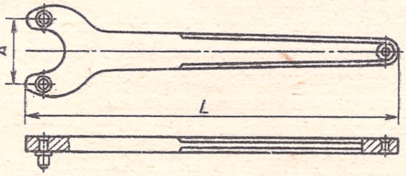
2. Величины испытательных крутящих моментов на ключах для затягивания круглых шлицевых гаек

Диаметры гаек, мм	Испытательный крутящий момент, Н·м, не менее	Диаметры гаек, мм	Испытательные крутящие моменты, Н·м, не менее
22 – 24	16,8	100 – 110	245
26 – 28	56,1	115 – 120	265
30 – 34	127,8	125 – 130	265
38 – 42	137,5	135 – 140	293,5
45 – 48	157,2	150 – 160	293,5
55 – 60	176,5	165 – 170	313
65 – 70	196	175 – 190	334
75 – 85	206	200 – 210	354
90 – 95	220	220 – 230	382
		240 – 250	

Ключи торцовые (ГОСТ 11737–74) для деталей с шестигранным углублением под «ключ» изготовляют с размерами между параллельными сторонами рабочей части от 2,5 до 36 мм. Размеры рожковых односторонних ключей типа 1 (ГОСТ 6394–73) приведены в табл. 3, ключей гаечных разводных (ГОСТ 7275–75) – в табл. 4. Ключи разводные применяют для затягивания болтов и гаек с размером под зев до 46 мм. Надставки (рис. 1) для гаечных укороченных ключей изготовляют из стальных труб (ГОСТ 8732–78; ГОСТ 8734–75) или из листовой стали марки 35.

Ключи сборочные с открытым зевом длинные (рис. 2,*а*) и короткие (рис. 2,*б*), прямые и изогнутые изготовляют для болтов с диаметром резьбы 12; 16; 18; 20; 22; 24; 27 и 30 мм, а сборочные накидные (рис. 3) – для болтов тех же диаметров, кроме диаметра 12 мм. Материал ключей – сталь марки Ст5. Рабочие поверхности губок ключей, а также концы ручек на длине 50 мм закаливают и отпускают до твердости *HRC* 40–50.

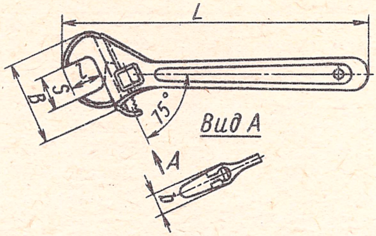
3. Ключи рожковые. Тип 1 (ГОСТ 6394 – 73)



Размеры, мм

A	22	24	27	30	34	38	42	48	56	64	72	80	90	100	110	120
L	125	140	140	160	160	180	180	200	200	220	250	250	280	320	320	360

4. Ключи гаечные разводные (ГОСТ 7275–75)



Размеры, мм

Обозначение	S*[1], не более	L		B*[2], не более	b		l, не менее
		Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.	
7813-0031	12	110	±3,2	32	8	±1,5	13
7813-0032	19	160	±4,0	48	10		18
7813-0033	24	200	±4,6	50	12	±1,8	23
7813-0034	30	250		70	15		28
7813-0035	36	300	±5,4	81	18		33
7813-0036	46	380	±6,3	110	22	±2,1	43

*[1] Наибольшее гарантируемое раскрытие губок.
*[2] При сведенных губках.

Примечание. Корпусы ключей изготовляют из стали марки 40, а губки и червяк – из стали марки 40Х. Твердость головки корпуса ключа, подвижной губки и червяка *HRC* 40–45.

Ключи гаечные торцовые прямые и изогнутые (табл. 5) изготовляют для шестигранных и квадратных гаек и применяют при сборке в тесных местах и углублениях.

Ключи трещоточные. При сборке болтовых соединений в неудобных местах применяют трещоточные ключи (рис. 4), которые изготовляют с квадратным или шестигранным отверстием.

Ключи гаечные торцовые немеханизированные со сменными головками (ГОСТ 3329–75) выполняются с внутренним шестигранным зевом раз-

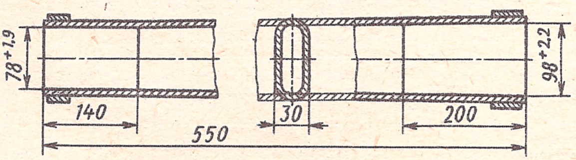


Рис. 1. Надставка для гаечных ключей

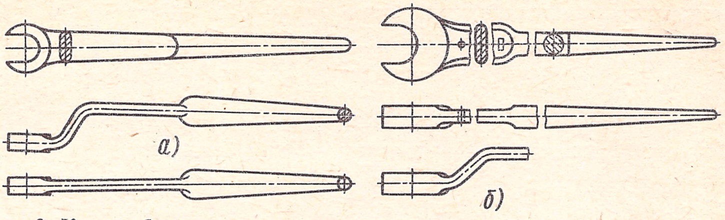


Рис. 2. Ключи сборочные:
а – длинный; *б* – короткий

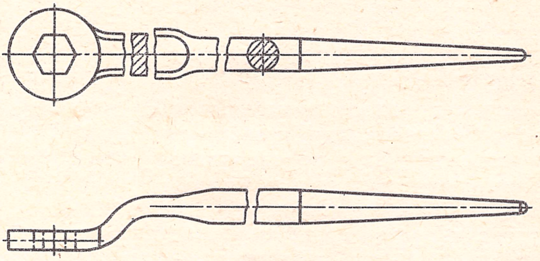
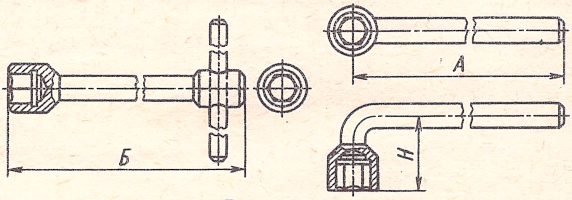


Рис. 3. Ключ сборочный накидной

5. Прямые и изогнутые гаечные торцовые ключи



Размеры, мм

Размеры	Диаметр болта							
	6	8	10	12	16	20	24	30
А	130	150	160	200	240	260	300	350
Н	60	65	70	75	80	85	90	100
Б	125		130	150	180	210	240	260

мерами 3,2–80 мм и присоединительными квадратными отверстиями размерами 6,3; 10; 12,5; 20 и 25 мм. Сменные головки (рис. 5) должны изготовляться из стали марки 40ХФА или 40Х. Допускается изготовлять головки и толкатели из других марок стали с механическими свойствами в термически обработанном состоянии не ниже, чем у ста-

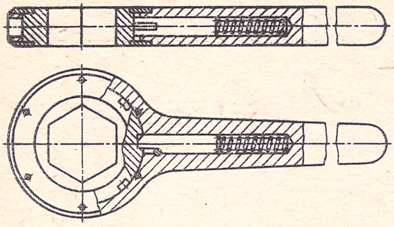


Рис. 4. Ключ трещоточный

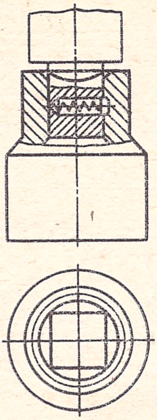


Рис. 5. Сменная головка

лей указанных марок. Сменные головки должны иметь твердость *HRC* 40 – 50, а толкатели – *HRC* 35 – 40.

Ключи с регулируемым крутящим моментом (табл. 6) (тарированные или предельные) передают гайке нагрузку, не превышающую заданную; при превышении нагрузки ключ автоматически выключается.

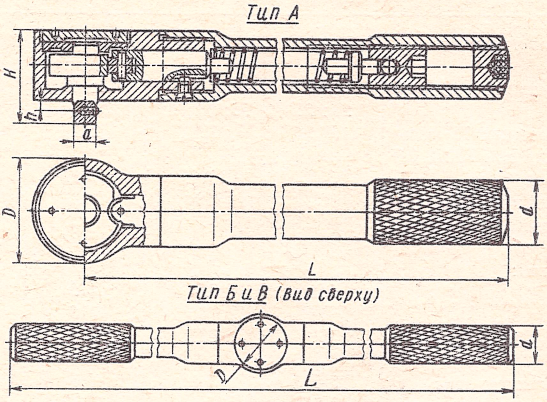
Стандартные ключи с регулируемым крутящим моментом изготовляют трех типов: А – ключи боковые; Б – ключи торцовые, регулируемые одной пружиной, и В – ключи торцовые, регулируемые одной или двумя пружинами. Ключи типа В в отличие от ключей типа А имеют две рукоятки, в которых расположены пружины.

Ключи-мультипликаторы со сменными головками способны создавать значительные крутящие моменты при одновременном снижении усилия рабочего (5–15 кг). Ключи-мультипликаторы КМ-70, КМ-130, КМ-200, КМ-400, КМ-600, КМ-800 выпускают в соответствии с ТУ 36-1193–74. Техническая характеристика ключей типа КМ приведена в табл. 7.

Для затяжки фундаментных и анкерных болтов и шпилек с удлиненной резьбовой частью, значительно выступающей над гайкой, созданы ключи-мультипликаторы типа УКМ – увеличители крутящего момента, которые в отличие от ключей КМ имеют в корпусе сквозное отверстие для выхода в процессе затяжки удлиненной резьбовой части. Разработаны, испытаны и внедрены увеличители крутящего момента УКМ-70, УКМ-130, УКМ-200, УКМ-300, УКМ-400, УКМ-600, УКМ-800. Их технические характеристики приведены в табл. 8.

Динамометрические и предельные ключи применяют для контролируемой сборки-разборки ответственных резьбовых соединений малых и средних размеров, а также используют совместно с ручными ключами или приводными гайковертами для контроля крутящих моментов, если их измерение не предусмотрено в конструкции самих ключей и гайковертов. Разработаны следующие типы предельных ключей (в конструкции учтены работы, выполненные на крупногабаритном промышленном оборудовании): КРМ-60; КРМ-120 – ключи предельные

6. Ключи с регулируемым крутящим моментом



Тип	Величина крутящего момента, Н · м	Размеры, мм					
		L	*D*	*d*	*H*	*h*	*a*
А	2 – 15	165	32	18	30	4	7
Б		300					
А	10 – 80	300	48	25	37	5	10
	70 – 200	500	55	34	48	9	14
В	10 – 80	350	48	22	37	5	10
	70 – 200	490	55	28	48	9	14

с регулируемым крутящим моментом; КПТР-30, КПТР-3М, КПТР-140 – ключи предельные трещоточные с регулируемым крутящим моментом. Технические характеристики предельных ключей КРМ и предельных трещоточных ключей КПТР приведены в табл. 9.

Для затяжки фундаментных болтов, расположенных на уровне пола в приямках и нишах, разработаны конструкции трещоточных ключей с шарнирно закрепленной рукояткой. В головке ключа имеется сквозное отверстие для прохода резьбовой части болта. Каждый ключ снабжен сменными головками.

При сборке резьбовых соединений в неудобных местах с небольшими размерами пространства над гайкой применяют ключи зевные

7. Технические характеристики ключей-мультипликаторов типа КМ

Параметры	КМ-70	КМ-130	КМ-200	КМ-300
Диапазон затягиваемых резьб	М27 – М36	М30 – М42	М42 – М52	М48 – М56
Размеры сменных головок, мм	41; 46; 50; 55	46; 50; 55; 60; 65	60; 65; 70; 75	70; 75; 80; 85
Крутящий момент, Н · м, на входном валу при КПД 0,7	68,5	127	212	200
Передаточное число	13,66	13,66	13,67	19
Допускаемый крутящий момент на выходном валу, Н · м	700	1300	2000	3000
Габариты, мм:				
длина	356	374	475	425
ширина	86	86	115	146
высота	190	221	234	245
Масса, кг:				
без сменных головок	5,66	6,6	8,6	13,2
с комплектом сменных головок	9,25	12,6	17,37	21

Параметры	КМ-400	КМ-600	КМ-800	КМ-1200
Диапазон затягиваемых резьб	М48 – М64	М64 – М76	М64 – М100	М76 – М100
Размеры сменных головок, мм	75; 80; 85; 90; 95	95; 100; 105; 110	95; 105; 110; 115; 130; 145	110; 115; 130; 145
Крутящий момент, Н · м, на входном валу при КПД 0,7	200	350	235	340
Передаточное число	21,3	27	40	44,3
Допускаемый крутящий момент на выходном валу, Н · м	4000	6000	8000	12000
Габариты, мм:				
длина	480	500	486	553
ширина	150	200	275	270
высота	280	250	215	312
Масса, кг:				
без сменных головок	13,2	22	29	55,1
с комплектом сменных головок	24,5	41,1	62,6	82,7

Примечание. В работе участвуют два человека.

с самоподжимающимися губками: КЗСГ-22, КЗСГ-24, КЗСГ-41, КЗСГ-46 (число, стоящее после дефиса, означает размер зева ключа).

Ключи трубные (табл. 10). Различают ключи трубные рычажные (рис. 6), накидные (рис. 7) и цепные (рис. 8). Рабочие поверхности губок и щек ключей закаливают с отпуском до твердости *HRC* 40–50.

8. Технические характеристики ключей-мультипликаторов типа УКМ

Параметры	УКМ-70	УКМ-130	УКМ-200	УКМ-300	УКМ-400	УКМ-600	УКМ-800
Диаметры затягиваемых резьб, мм	М30–М36	М36–М42	М42–М52	М48–М56	М52–М64	М64–М76	М64–М90
Размеры затягиваемых гаек, мм	32; 36; 41; 46; 50; 55	41; 46; 50; 55; 60; 65	60; 65; 70; 75; 80	70; 75; 80; 85	80; 85; 95	95; 105; 110	95; 100; 106; 115; 136
Крутящий момент на входном валу, Н·м	55	95	150	200	325	435	200
Передаточное число	18,8	20	18,33	20	22	23	58
Максимальный крутящий момент на выходном валу, Н·м	700	1300	2000	3000	4000	6000	8000
Габариты, мм:							
длина	300	320	350	368	400	456	480
ширина	110	120	140	160	165	195	222
высота	108	122	138	155	155	189	225
Масса, кг:							
без сменных вкладышей	4	6,2	8,6	11,2	13,5	19,8	32,2
со сменными вкладышами	5,7	8,1	10,7	12,4	14,6	20,9	37,6

Примечание. В работе участвуют два человека.

9. Технические характеристики предельных ключей конструкции ВНИИмонтажспецстроя

Модель	Градуировка шкалы, кгс·м	Длина, мм	Масса, кг	Модель	Градуировка шкалы, кгс·м	Длина, мм	Масса, кг
КРМ-60*	10 – 60	940	10,8	КПТР-30	8 – 30	1580	2,9
КРМ-120*	50 – 120	1580	15,2	КПТР-30М	2 – 40	1580	3,5
КПТР-2	2 – 18	1580	2,3	КПТР-40М со вставкой	60 – 140	1580	8,5
КПТР-3М	2 – 20	1580	2,5				

* Ключи КМР не имеют храпового механизма.

10. Характеристика трубных ключей

Трубные рычажные, ГОСТ 18981 – 73	Обозначение ключей	7813-0001	7813-0002	7813-0003	7813-0004	7813-0005
	Диаметры труб, зажимаемых ключом, мм	10 – 36	20 – 50	20 – 63	20 – 90	32 – 120

Трубные накидные, ГОСТ 19733 – 74	Обозначение ключей	7813 – 0011	7813-0012	7813-0013
	Диаметры труб, зажимаемых ключом, мм	10 – 30	20 – 63	25 – 90

Трубные цепные ГОСТ 19826 – 74	Обозначение	Диаметры труб, *D*	*L*, не менее	*l*, не более	*B*	*b*	*H*	*h*
						Не более		
		мм						
	7813-0021	10 – 63	450	90	32	10	44	30
	7813-0022	20 – 114	655	150	48	13	65	40

Трубный раздвижной ключ (рис. 9) состоит из рычага *1*, подвижной губки *2*, соединенной с рычагом при помощи обоймы *3*. Регулирование ключа по диаметру трубы производится гайкой *4*. Пружина *5* служит для отжатия вверх подвижной губки.

Ключи для ввертывания и вывертывания шпилек. При установке шпилек применяют ключи с ведущими роликами или с резьбовой втулкой. Конструкция ключа с роликами показана на рис. 10. В голов-

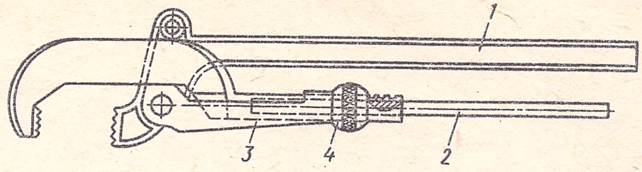


Рис. 6. Ключ трубный рычажный:
1 – неподвижный рычаг; *2* – подвижный рычаг; *3* – обойма; *4* – гайка

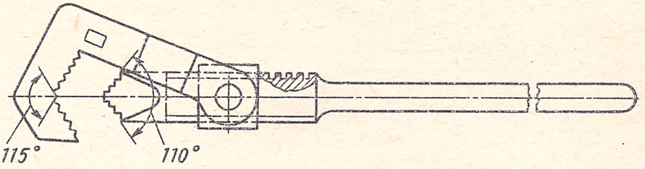


Рис. 7. Ключ трубный накидной

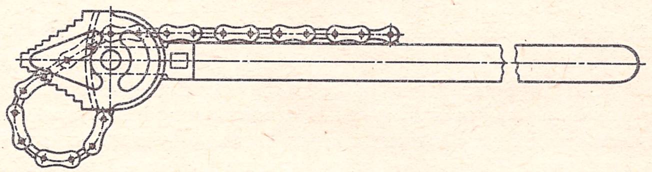


Рис. 8. Ключ трубный цепной

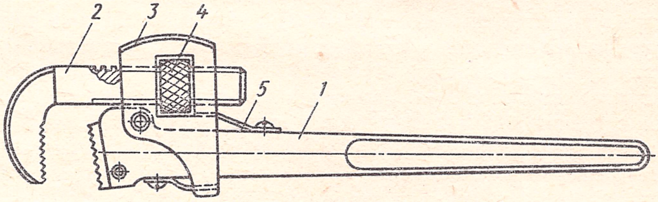


Рис. 9. Ключ трубный раздвижной

ке ключа имеются три ролика *1*, удерживаемых от выпадения обоймой *2* и входящих в три спиральных выреза в корпусе ключа *3*. На квадрат ключа надета ручка *4* с рукояткой *5*. При завертывании шпильки ключ держат левой рукой за свободно вращающуюся втулку *6*, а правой поворачивают его за рукоятку *5*.

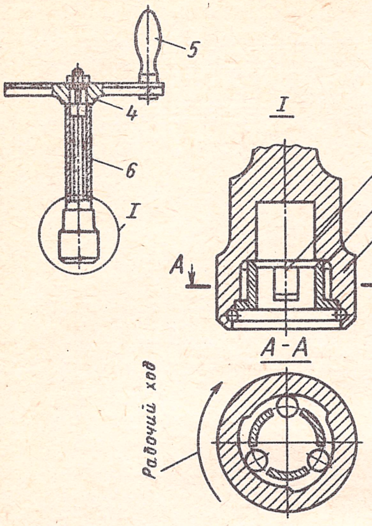


Рис. 10. Ключ с роликами для ввертывания шпилек

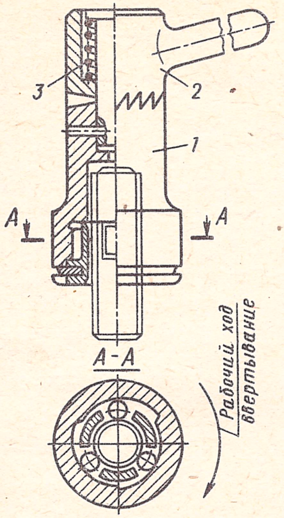


Рис. 11. Ключ-трещотка

На рис. 11 показана конструкция ключа-трещотки, который применяют при ввертывании шпилек в таких местах, где невозможно круговое вращение ключа. Головка *1* с роликами соединена с рукояткой *2* через трещотку. При повороте рукоятки в направлении завертывания шпильки шлицы рукоятки и головки упираются друг в друга своими вертикальными плоскостями и головка, поворачиваясь, завертывает шпильку. При обратном повороте рукоятки происходит скольжение шлицев по плоскости, расположенной под углом 55°. Сжимая пружину *3*, рукоятка поднимается и свободно поворачивается, оставляя головку и шпильку неподвижными.

Конструкция ключа с резьбовым сухарем показана на рис. 12, а патрона с роликами для вывертывания шпилек – на рис. 13.

Универсальные головки (рис. 14) шпильковерта предназначены для завинчивания и отвинчивания болтов, гаек и шпилек диаметром 8–14 мм; головки могут быть использованы и для работ с пневматической сверлильной машиной. Сменная гайка *1* головки навинчивается на шпильку, которая своим торцом упирается в шарик *2*, а он, в свою очередь, в пяту *3*. Когда шпилька будет до конца ввернута в деталь, шарик начнет пробуксовывать по пяте, издавая характерный треск. Тогда шпильковерт переключается на обратный ход, и головка свинчивается со шпильки.

Отвертки слесарно-монтажные изготовляют с накладными щеками, с металлической пяткой и с диэлектрической ручкой. Основные размеры и типы отверток приведены в табл. 11.

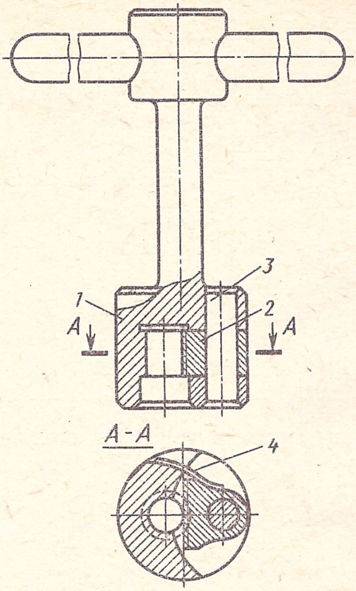


Рис. 12. Ключ с резьбовым сухарем:

1 – головка; *2* – сухарь; *3* – ось; *4* – пружина

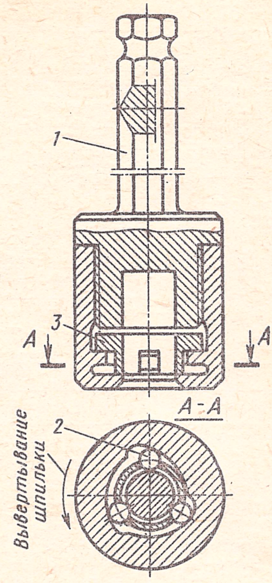


Рис. 13. Патрон с роликами к электрическому гайковерту:

1 – хвостовик; *2* – ролик; *3* – обойма

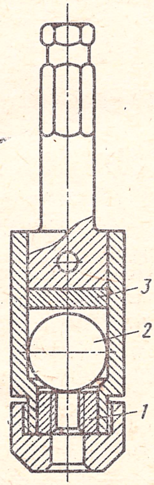
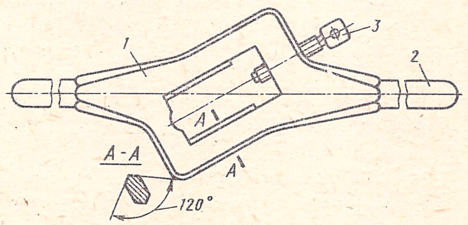


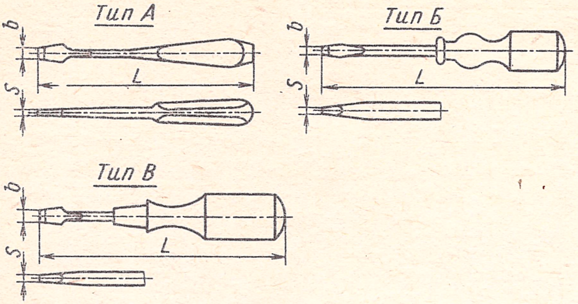
Рис. 14. Универсальная головка шпильковерта

Рис. 15. Клупп косой:

1 – рамка с направляющими призмами; *2* – ручка; *3* – винт



11. Отвертки слесарно-монтажные



Размеры, мм

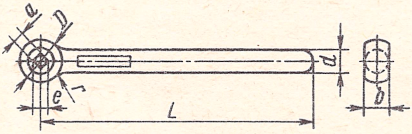
S	L	b
Тип А – с накладными щеками		
0,4	125	4
0,5	150	5
0,7	175	7
0,9	200	9
1,0	200	9
1,4	250	11
1,8	300	15
Тип Б – с металлической пяткой		
0,5	150/250	7
0,7	175/250	7
0,9	200/300	9
1,0	200/300	9
1,4	250/350	11
1,8	250/350	15
2,8	250/400	18
3,8	400	25
Тип В – с диэлектрической ручкой		
0,3	100/125	3
0,4	100/150	4
0,5	150/250	5
0,7	175/300	7
0,9	200/350	9
1,0	200/350	9
1,4	250/400	11
1,8	250/400	18
2,8	250/400	18
3,8	400	25

Воротки применяют для проворачивания вручную метчиков, разверток и других инструментов, имеющих квадратный хвостовик, а также для закрепления круглых плашек. Основные размеры и масса воротков приведены в табл. 12–16.

Клуппы (рис. 15) применяются для ручного нарезания наружной резьбы (табл. 17 – 19). В корпусе клуппа закрепляют сменные плашки различных типов и размеров. Клуппами и сменными плашками возможно нарезание вручную цилиндрической, конической и трубной резьбы.

Клупп для нарезания трубной резьбы показан на рис. 16, а на рис. 17 – *клупп Маевского,* изготовляемый по ТУ 127 – 53; преимуществами его являются малая масса, простота конструкции и ухода, а также возможность быстрой смены плашек. Клуппами Маевского (с двумя комплектами плашек) нарезают резьбы на водо- и газопроводных трубах: клуппами № 1 – резьбы диаметром 1/2

12. Воротки односторонние



Размеры, мм							Масса, кг
$a_{ном}$	$e_{ном}$	D	d	b	L	r	
2,4 2,7	3,3 3,7	10	5	5	90	2	0,015
3 3,4 3,8	4,1 4,7 5,2	12	6	6			0,024
4,3 4,9 5,5 6,2	5,9 6,7 7,5 8,5	14	8	8	100	3	0,044
7	9,7	20	10	10	125	5	0,092
8 9	10,9 12,3		12	12			0,124
10	13,7	25					0,137

Примечание. Материал – сталь 20; головку цементировать на глубину 0,8 – 1 мм; твердость головки *HRC* 40 – 45.

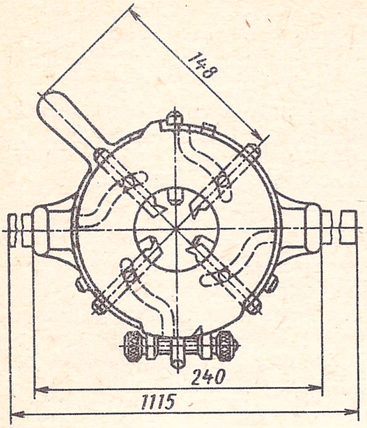


Рис. 16. Клупп для нарезания трубной резьбы

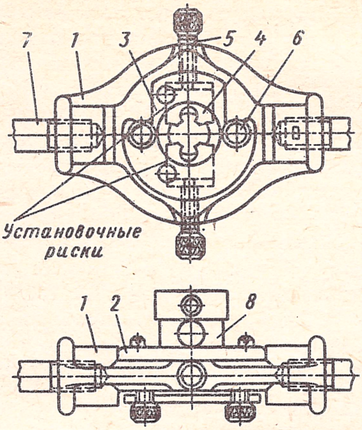
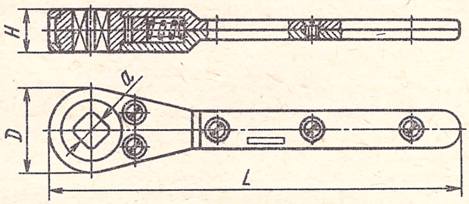


Рис. 17. Клупп Маевского:

1 – корпус; *2* – направляющий фланец; *3* – упорная крышка; *4* – плашки; *5* – винты подачи плашек; *6* – винты крепления крышки; *7* – рукоятка; *8* – направляющий фланец

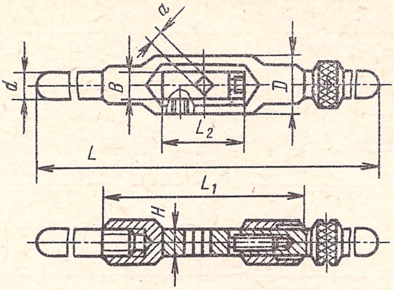
13. Воротки с трещотк



Размеры, мм				Масса, кг
a	*D*	*H*	*L*	
2,4; 3; 3,8; 4,9; 6,2; 7; 8	25	10	160	0,12
9; 10; 11; 12; 13; 14	36	14	215	0,3
16; 18	45		240	0,4

Примечание. Материал рукояток – сталь марки 45; храповика – марки У7А (твердость *HRC* 48–52); защелки – марки У7А (твердость *HRC* 50–54).

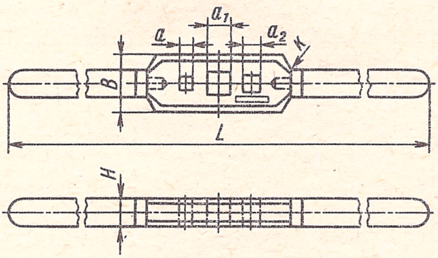
14. Воротки раздвижные



Размеры, мм									Масса, кг
$a_{наим}$	$a_{наиб}$	L	D	H	L_1	L_2	B	d	
3	6,2	210	20	9	55	29	9	8	0,14
7	18	420	45	15	115	55	25	14	0,97
20	29	600	70	20	164	80	40	18	2,42
32	44	805	100	28	215	120	60	22	5,94

Примечание. Материал воротков и сухарей – сталь 45; твердость *HRC* 35–40.

15. Воротки трехгнездные



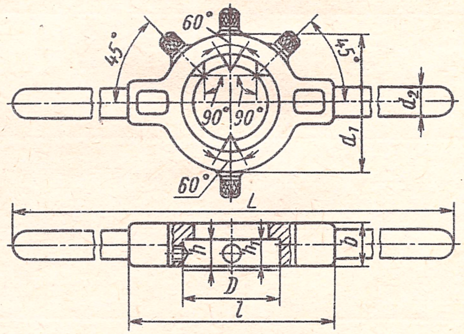
Размеры, мм							Масса, кг
a	a_1	a_2	B	L	H	K	
2,1	2,7	2,4	12	150	6		0,04
3	3,8	3,4	14	175	7	2	0,06
4,3	5,5	4,9	16	225	8		0,11
6,2	8	7	20	275	10		0,20

Продолжение табл. 15

Размеры, мм							Масса, кг
a	a_1	a_2	B	L	H	K	
9	11	10	25	350	13	2,5	0,44
12	14,5	13	30	400	16	5	0,81
16	20	18	40	560	22	6	1,88
22	26	24	52	680	30	7	4,61

Примечание. Материал корпуса – сталь 45, твердость *HRC* 40–45; материал ручки – сталь Ст5.

16. Воротки для круглых плашек



Размеры, мм

D	h	d_1	b	l	d_2	h_1	L
16	5	25	7	35	5	5	130
20	5; 7	35	7; 9	45	6	5; 5,5	200
25	7; 9	40	9; 12	55	6	6,5; 8,5	250
30	8; 11	45	11; 14	60	8	7,5; 10	300
38	10; 14	60	13; 17	80	10	9,5; 13	380
45	10; 14; 18	70	13; 18; 22	90	12	9,5; 13; 17	480
55	12; 16; 22	85	16; 20; 25	115	14	11; 15; 20	580
65	14; 18; 25	95	17; 22; 28	125	16	13; 17; 23	680
75	16; 20; 30	105	20; 25; 32	145	18	15; 19; 27	780
90	18; 22; 36	120	22; 28; 38	170	20	17; 21; 33	900
105	20; 25	135	25; 28	185	20	19; 23	900
120	20; 25; 30	150	25; 28; 35	200	20; 24	19; 23; 27	1000
135		170		217			

Продолжение табл. 16

Размеры, мм							
D	h	d_1	b	l	d_2	h_1	$L_г$
150	25; 30	190	30; 35	240	20; 24	23; 27	1200
170		210		265			
200		250		305			

17. Размеры нарезаемых клуппами резьб (метрических и дюймовых)

Клупп	Номер клуппа (набора)				
	1	2	3	4	5
Косой с четырьмя парами плашек и комплектами метчиков для дюймовой резьбы (наборы)	1/8; 3/16; 1/4; 5/16	1/14; 5/16; 3/8; 1/2	3/8; 7/16; 1/2; 5/8	5/8; 3/4; 7/8; 1	1; 1 1/8; 1 1/4 – 1 1/2
Косой с четырьмя парами плашек и комплектами метчиков для метрической и дюймовой резьб (наборы)	1/8; 3/16; 1/4; 5/16 М4; М5; М6; М8	1/4; 5/16; 3/8; 1/2 М6; М8; М10; М12	3/8; 7/16; 1/4; 5/8 М10; М12; М14; М16	— —	— —

Примечание. В наборы входят два и три метчика.

18. Клуппы для нарезания трубной резьбы

Диаметр резьбы клуппа	Диаметры резьб, нарезаемых комплектами плашек	Число плашек в комплекте
дюймы		
1/2 – 3	1/2 – 3/4; 1 – 1 1/4; 1 1/2 – 2	4
1 1/2 – 3	1 1/2 – 2; 2 1/2 – 3	4

и 3/4″; клуппами № 2 – резьбы диаметром 1 и 11/4″. Масса клуппа № 1 – 3,5 кг, № 2 – 8,2 кг.

Трубоприжимы (табл. 20, рис. 18) применяют для зажима труб при нарезании резьбы, навинчивании муфт, развальцовке и т. п.

Труборезы (табл. 21, рис. 19) применяют для нарезания стальных труб.

19. Клуппы косые (наборы)

Номер клуппа (набора)	Номинальные размеры нарезаемых резьб (по одному комплекту плашек и метчиков)	Номер клуппа (набора)	Номинальные размеры нарезаемых резьб (по одному комплекту плашек и метчиков)
2	M6 M8 M10 M12	4	M16 M18 M20 M22 M24
	1/4 5/16 3/8 1/2		5/8 3/4 7/8* 1*
3	M8 M10 M12 M14 M16	5	M24 M27* M30* M36*
	3/8 1/2 5/8		1* 1 1/8* 1 1/4* 1 1/2*

* В комплект входят три метчика, а в остальные – два метчика.

Примечание. Основные размеры и ТУ – по нормам завода-изготовителя.

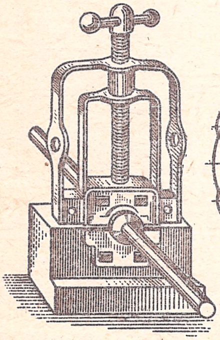


Рис. 18. Трубоприжим

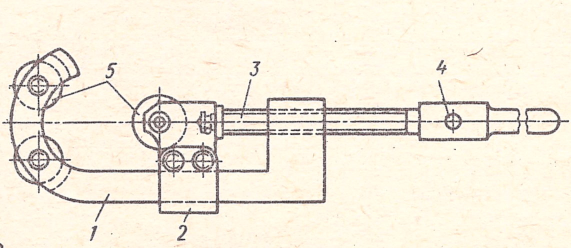


Рис. 19. Трехроликовый труборез:

1 – корпус; *2* – ползун; *3* – винт; *4* – ручка; *5* – ролики режущие

20. Технические характеристики трубоприжимов

Диаметры зажимаемых труб, дюймы	Габаритные размеры трубоприжимов, мм				Масса, кг
	Длина	Ширина	Высота		
			при поднятой губке	при опущенной губке	
1/2–3	245	77	470	363	13
1–4	420	100	700		28,8

Примечание. Трубоприжимы для труб диаметром 1/2–3″ изготавливают заводы станкоинструментальной промышленности по нормалям заводов-изготовителей, для труб диаметром 1/2–2″ – предприятия Главного управления трудовых резервов.

21. Технические характеристики труборезов

Диаметр нарезаемых стальных труб, дюймы	Габаритные размеры труборезов, мм			Масса, кг
	Длина	Ширина	Высота	
1/2–2	620	40	180	3,4
2–4	750	40	250	9,45
1/2–2	618	41	123	4,3

Примечание. Труборезы верстачные для нарезания труб диаметром $1/4-2^{1}/_{2}''$ с одним режущим и двумя направляющими роликами или с тремя режущими роликами, а также труборезы универсальные (для монтажных и верстачных работ) с тремя режущими роликами изготовляют заводы инструментальной промышленности.

Тиски ручные слесарные (рис. 20) изготовляют по ГОСТ 7226–72 (мм):

Ширина губок В	36	40	45
Наибольшее раскрытие губок	29	30	40
H	100	125	150
L	70	75	90
l	36	40	45

Тиски стуловые (рис. 21) изготовляют со следующими основными размерами губок (мм):

Ширина губок	100	130	150	180
Наибольшее раскрытие губок	90	130	150	180

Тиски слесарные с ручным приводом (ГОСТ 4045–75), должны изготовляться трех типов: 1 – тиски общего назначения; 2 – тиски с поворотной губкой для фасонных деталей; 3 – тиски с дополнительными губками для труб.

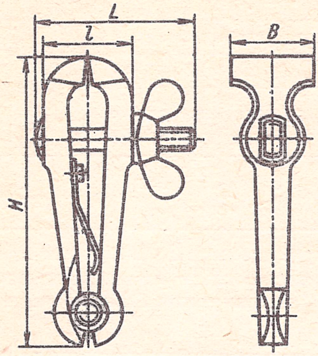


Рис. 20. Тиски ручные. Тип I

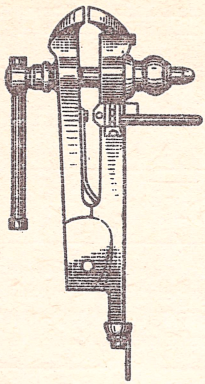


Рис. 21. Тиски стуловые

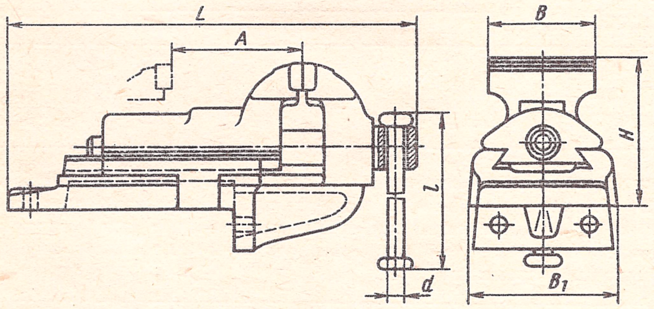


Рис. 22. Тиски слесарные неповоротные

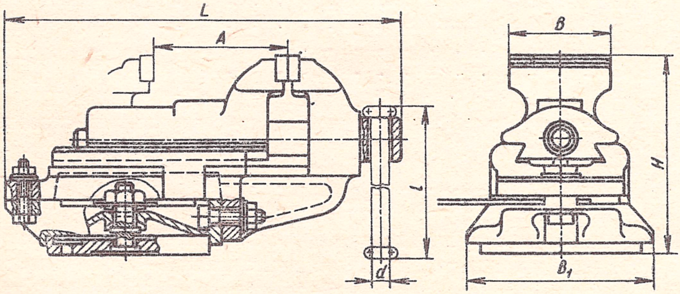


Рис. 23. Тиски слесарные поворотные

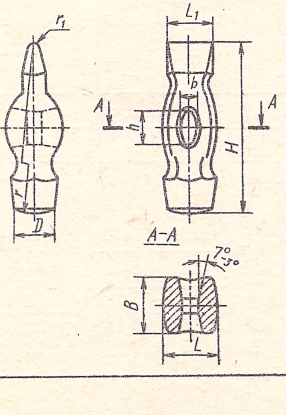
22. Размеры и масса слесарных тисков общего назначения (ГОСТ 4045–75)

A	B	B_1	L	H	d	l	Масса, кг
мм, не более					мм		
Поворотные тиски (исполнение 1 и 2)							
65	80	200	360	170	14	200	16
100	100	240	420	210	18	250	26
140	125	280	400	250	20	275	36
180	140; 150	340	560	280	22	320	58
Неповоротные тиски (исполнение 3 и 4)							
45	63	120	200	90	10	120	3
65	80	160	360	110	14	200	10
100	100	200	420	170	18	250	22
140	125	250	480	210	20	275	30
180	140; 150	280	560	230	22	320	53

Тиски всех типов должны изготовляться в четырех исполнениях: 1 – поворотные без ускоренного холостого хода; 2 – поворотные с ускоренным холостым ходом; 3 – неповоротные без ускоренного холостого хода; 4 – неповоротные с ускоренным холостым ходом.

На рис. 22 показаны тиски слесарные неповоротные, а на рис. 23 тиски слесарные поворотные. В табл. 22 приведены размеры и масса слесарных тисков.

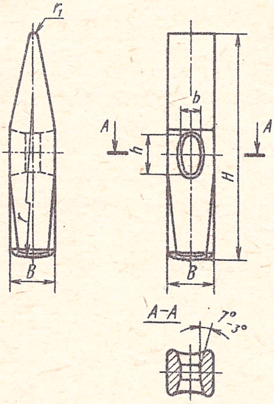
23. Размеры головок с круглым бойком и их масса для молотков слесарных стальных



Продолжение табл. 23

Обозначение головки	Размеры, мм									Номинальная масса, кг
	H	L	L_1	D	B	b	h	r	r_1	
7850-0101/001	80	25	21	20	26	10	18	190	2,5	0,20
7850-0102/001	100	31	26	26	34	14	25	225	3	0,40
7850-0103/001	105	36	30	28	37			240		0,50
7850-0104/001	110	37		30	40	15	26,5	250	3,5	0,60
7850-0105/001	120	41	33	32	43	16	28	265		0,80
7850-0106/001	130	42	34	34	45	17	30	280		1,00

24. Размеры головок с квадратным бойком и их масса для молотков слесарных стальных



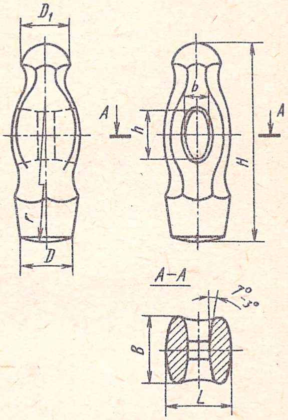
Обозначение головки	Размеры, мм						Номинальная масса, кг
	H	B	h	b	r	r_1	
7850-0114/001	75	11	12,5	7	145	1,00	0,05
7850-0115/001	82	15	16,0	9	160	1,20	0,10
7850-0116/001	95	19	15,0	10	190	1,75	0,20
7850-0117/001	112	25	25,0	14	225	2,50	0,40
7850-0118/001	118	27			250		0,50
7850-0119/001	122	29	26,5	15		3,00	0,60
7850-0121/001	130	33	28,0	16	265		0,80
7850-0122/001	135	36	30,0	17	280	3,50	1,00

Ходовые винты тисков изготовляют из термически обработанной стали марки 45; твердость *HRC* 35–40. Соприкасающиеся поверхности накладных губок, в зависимости от ширины губок должны иметь крестообразную насечку с шагом 1–3 мм и глубиной 0,5–1 мм.

Молотки слесарные (табл. 23–25) изготовляют по ГОСТ 2310–77 трех типов: 1 – с круглым бойком; 2 – с квадратным бойком; 3 – с круглым бойком и сферическим носком. Материал молотков – сталь марки 50 или марки У7, масса 0,05–1 кг. Рабочие части молотка (боек и носок) должны иметь твердость *HRC* 49–56 на глубине не менее 5 мм и на расстоянии от торцов не более 1/5 общей длины головки молотка.

Молотки клепальные изготовляют массой 0,800–2,5 кг из стали марки 50. Размеры молотков приведены в табл. 26. Молоток для остукивания заклепок при проверке качества клепки показан на рис. 24. Свинцовые или медные молотки предназначены для получения мягкого удара; масса молотков с длиной рукоятки 350–400 мм равна 1,5–2,5 кг. На рис. 25 показан молоток со вставными бойками (табл. 27). Бойки изготовляют из меди, фибры или дюралюмина, корпус молотка – из стали марки Ст3.

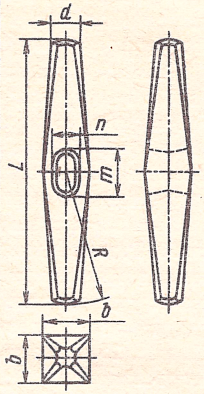
25. Размеры головок с круглым бойком и сферическим носком и их масса для молотков слесарных стальных



Обозначение головки	Размеры, мм								Номинальная масса, кг
	H	*B*	*L*	*D*	D_1	*h*	*b*	*r*	
7850-0132/001	78	26	25	20	20	19	10	190	0,20
7850-0133/001	98	34	31	26	24	25	14	225	0,40
7850-0134/001	102	37	36	28	26	25	14	240	0,50
7850-0135/001	108	40	37	30	28	26,5	15	250	0,60
7850-0136/001	115	43	41	32	30	28	16	265	0,80
7850-0137/001	125	45	41	34	34	30	17	280	1,00

26. Молотки клепальные

Номер молотка	Номинальная масса, кг	Размеры, мм					
		L	*b*	*d*	*m*	*n*	*R*
1	0,800	200	30	24	23	12	92
2	1,0	200	32	25	32	15	100
3	1,5	225	34	27	32	15	116
4	2,0	250	37	30	36	18	130
5	2,5	275	40	32	36	18	143



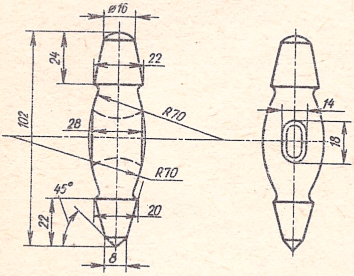


Рис. 24. Молоток для остукивания заклепок

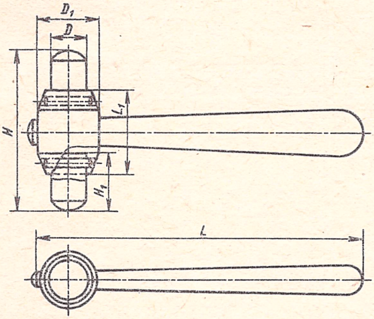
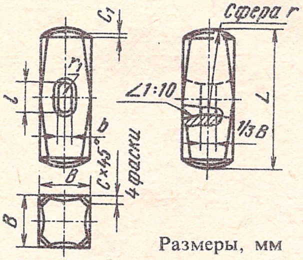


Рис. 25. Молоток со вставными бойками

27. Молотки со вставными бойками

Размеры, мм						Масса, г, бойка из		
D	*H*	*L*	D_1	L_1	H_1	меди	фибры	дюралюминия
15	56	210	25	30	20	150	90	110
18	66	260	30	40	22	290	190	210
25	78	260	35	50	25	440	260	290
30	99	310	45	65	30	880	560	600
35	114	360	50	75	35	1400	900	980

28. Кувалды тупоносые (ГОСТ 11401 – 75)



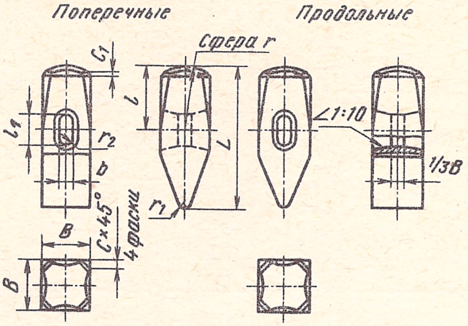
Размеры, мм

Обозначение	B	L	l	b	r	r_1	C	C_1	Масса, кг
1212-0001	50	128	36	21	150	10,5	8	2,0	2
1212-0002	58	142	40	24	160	12	9	2,5	3
1212-0003	62	152	45	26	175		10	3,0	4
1212-0004	68	166			185	13	11	3,5	5
1212-0005	72	176			195		12	4,0	6
1212-0006	80	186	50	30	210	15	14	6,0	8
1212-0007	85	190			220		16	8,0	10
1212-0008	95	200	55	32	225	16	18	10,0	12
1212-0009	100	205			230		20	12,0	16

Кувалды тупоносые (табл. 28) **и остроносые** (табл. 29) изготовляют из стали марок 50 и У7А. Твердость *HRC* рабочей части кувалды на глубине 30 мм должна составлять 48–52 единиц.

Ломы стальные строительные (ГОСТ 1405–72) используют при строительно-монтажных, такелажных, путевых и других видах работ. Типоразмеры и назначение ломов приведены в табл. 30. Ломы должны изготовляться из круглой стали марки 45 или 50. Допускается их изготовление из стали марки БСт6сп. Концы ломов на длине не менее 150 мм должны быть термически обработаны и иметь твердость *HRC* 40 – 46.

29. Кувалды остроносые (ГОСТ 11402 – 75)



Размеры, мм

Обозначение кувалды		B	L	l	l_1	b	r	r_1	r_2	C	C_1	Масса, кг
поперечной	продольной											
1212-0301	1212-0201	58	168	75	40	24	168	5,0	12	9	2,5	3,0
1212-0302	1212-0202	62	186	85			186	5,5		10	3,0	4,0
1212-0303	1212-0203	68	196	90	45	26	196	6,0	13	11	3,5	5,0
1212-0304	1212-0204	72	206	95			206	6,5		12	4,0	6,0
1212-0305	1212-0205	80	212		50	30	212	7,5	15	14	6,0	8,0

30. Типоразмеры и назначение ломов (ГОСТ 1405 – 72)

Тип	Типоразмеры	Наименование	Назначение	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
ЛГ	ЛГ16	Ломы-гвоздодеры	Для выдергивания гвоздей при производстве опалубочных и плотничных работ	16	320	0,56
	ЛГ20			20	600	1,6
	ЛГ24			24	1000	3,7
	ЛГ16А			16	400	0,75

Продолжение табл. 30

Тип	Типоразмеры	Наименование	Назначение	Диаметр, мм	Длина, мм	Масса, кг
ЛМ	ЛМ20	Ломы монтажные	Для смещения и установки элементов сборных строительных конструкций при монтаже зданий и сооружений и при производстве такелажных работ	20	560	1,3
	ЛМ24			24	1180	4
	ЛМ32			32	1320	8
	ЛМ24А			24	1180	5
ЛО	ЛО24	Ломы обыкновенные	Для рыхления плотных, мерзлых и скальных грунтов, а также при производстве такелажных работ	24	1180	4
	ЛО28			28	1400	6,5
ЛЛ	ЛЛ28	Ломы лапчатые	Для производства путевых работ	28	1060	5
	ЛЛ28А			28	1320	6,2

31. Дрели ручные

Тип	Наименование	Диаметр просверливаемых отверстий, мм	Масса, кг
ДР-1	Двускоростная	0,5—6	1,0
ДР-2	Двускоростная	3—15	1,8
1—Д	Односкоростная	1,0—10	2,2
50-02	Двускоростная	До 12	1,9
2ДР-00	Двускоростная закрытого типа	До 6	2,5

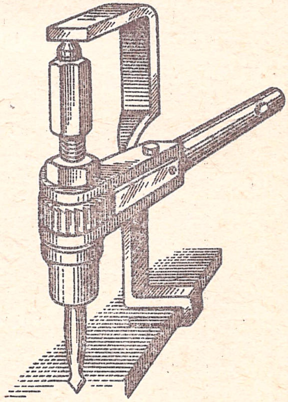


Рис. 26. Трещотка

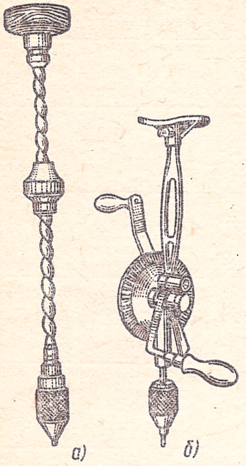


Рис. 27. Дрели:

а — ручная винтовая; *б* — ручная с конической зубчатой передачей

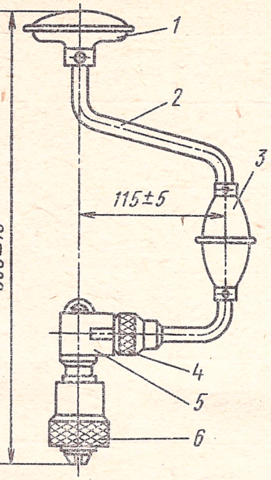


Рис. 28. Коловорот с трещоткой:

1 — головка нажимная; *2* — коленчатый стержень; *3* — ручка; *4* — кольцо-переключатель; *5* — храповой механизм; *6* — патрон

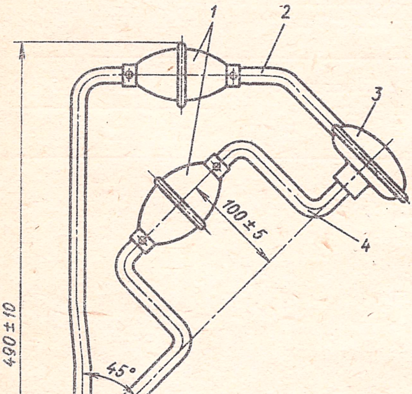


Рис. 29. Универсальный коловорот:

1 — ручки; *2* — коленчатый неподвижный стержень; *3* — соединительная головка; *4* — коленчатый подвижный стержень; *5* — механизм передачи; *6* — патрон

Трещотки. На рис. 26 показана трещотка, состоящая из шпинделя с храповым колесом, рукоятки, в которой укреплен храповик, верхней гайки со стальным центром и патрона с квадратным отверстием, в которое вставляется хвостовик сверла.

Дрели (табл. 31). На рис. 27, *а* показана дрель ручная винтовая, на рис. 27, *б* – дрель ручная с конической зубчатой передачей.

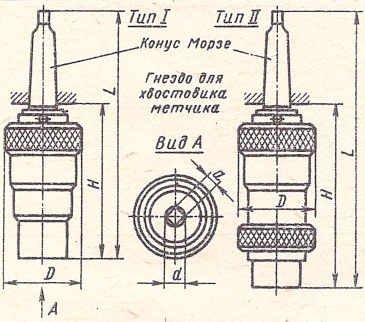
Коловороты и инструмент к ним (ГОСТ 7467–75) предназначены для сверления, зенкования и развертывания отверстий в изделиях из древесины, а также завинчивания болтов, гаек и шурупов. Коловороты изготовляют двух типов: КТ – с трещоткой; КУ – универсальные.

Основные размеры коловоротов должны соответствовать указанным на рис. 28 и 29.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА

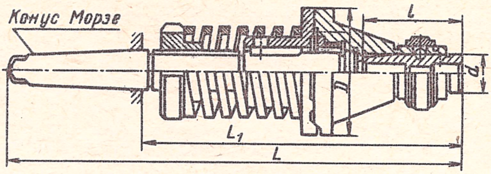
Патроны предохранительные для метчиков (табл. 32), имеющих на концах квадрат и закрепляемых непосредственно в патроне или при помощи быстросменных втулок, изготовляют двух типов: нереверсивные и реверсивные.

32. Патроны предохранительные для метчиков (ГОСТ 8255 – 75)



Размеры гнезда под хвостовик метчика, мм				Конус Морзе		Размеры патронов, мм			
d		*a*		Тип патрона		Тип 1		Тип 2	
Тип 1	Тип 2	Тип 1	Тип 2	1	2	*D*	*H*	*D*	*H*
5,0 – 10,0	4,0 – 8,0			B18	B18	70	90	60	120
5,0 – 11,2	4,0 – 9,0			2	2		120		
8,0 – 20,0	8,0 – 14,0	6,3 – 16,0	6,3 – 11,2	3	B18	90	160	80	160
14,0 – 25,0	8,0 – 20,0	11,2 – 20,0	6,3 – 16,0	4	3	100	200		
	14,0 – 25,0		11,2 – 20,0	5	4			85	190
18,0 – 35,5	18,0 – 35,5	14,0 – 28,0	14,0 – 28,0	6	5			105	220

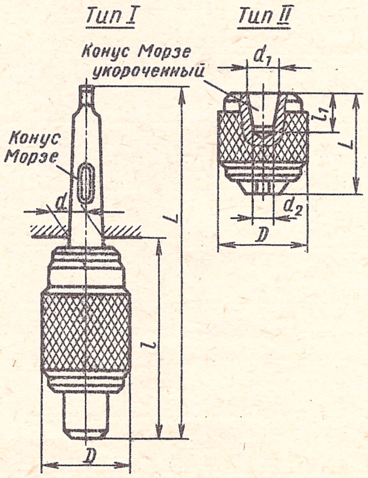
33. Патроны для метчиков предохранительные пружинные (с конусом Морзе)



Размеры, мм

Типоразмер	D	d	L	L_1	l
К61700-001	85	25	295	201,5	60
К61700-002	110	35	370	252,3	70
К61700-003	150	45	475	325,8	80

34. Патроны сверлильные



Продолжение табл. 34

Диаметр хвостовика, мм	Размеры патронов, мм										
	Конус Морзе	d	D	L	l	Конус Морзе патрона укороченного	D	L	d_1	d_2	l_1
			не более				не более				
0,5	—	—	—	—	—	1	32	50	10,095	9,4	16
1–6	1	12,065	40	165	100	1	40	65	12,065	11,2	20
1,5–9	2	17,780	50	205	125	2а	50	80	15,733	14,6	26
2–12	3	23,825	65	260	160	2	65	100	17,781	16,2	34
3–15	4	31,267	80	325	200	2	80	125	17,781	16,2	34
—	5	44,399	100	405	250	—	—	—	—		—

Примечание. Оправки для патронов с укороченным внутренним конусом Морзе – по ГОСТ 2682–72.

Патроны предохранительные пружинные (табл. 33) для нарезания резьбы в глухих отверстиях поставляются в комплекте со сменными втулками, благодаря которым увеличивается диапазон нарезаемых резьб данного типоразмера патрона.

Патроны сверлильные (табл. 34) предназначены для сверл, закрепляемых непосредственно в патроне сверла с цилиндрическим хвостовиком или через сменные втулки (сверл с цилиндрическим и коническим хвостовиком). Изготовляют патроны двух типов: с наружным конусом для сверл с цилиндрическим и коническим хвостовиком и с внутренним конусом – для сверл с цилиндрическим хвостовиком.

КЛЕПАЛЬНЫЙ РУЧНОЙ ИНСТРУМЕНТ

Обжимки (табл. 35) изготовляют из стали марки У8. Рабочая часть инструмента имеет твердость *HRC* 52–56, ударная часть на длине около 20 мм – *HRC* 45–50.

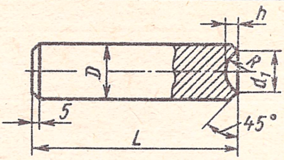
Поддержки (табл. 36 и 37) изготовляют из стали марки У7 и У8. Твердость рабочей части поддержек на длине 30–40 мм должна быть не менее *HRC* 52–56.

Косяки (табл. 38), **выколотки** (табл. 39) **и чеканы** (рис. 30) изготовляют из стали марки У7А или У8А. Рабочая часть их на длине 30–40 мм должна иметь твердость *HRC* 52–56, а твердость ударной части на длине около 20 мм – *HRC* 45–50.

Пробки сборочные (рис. 31) изготовляют из стали марки Ст5 диаметром 17, 20, 26 и 29 мм и длиной 150–300 мм.

Струбцины (табл. 40, рис. 32) изготовляют из стали 15, подвергают цементации и закалке до твердости *HRC* 55–58, винт изготовляют из стали 45, головка и конец винта должны иметь твердость *HRC* 40.

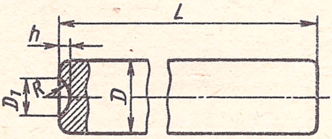
35. Обжимки ручные для заклепок с полукруглой головкой (ГОСТ 7215–73)



Диаметр заклепки, мм	Размеры, мм					Масса, кг
	D	d_1	h	R	L	
10	30	16	6	8,3	170	0,93
12		19	7,2	9,8		
(14)		22	8,4	11,4		
16	35	25	9,5	13	180	1,4
20	45	30	12	15,4		2,2
(22)		35	13	18,3		
24	50	37	16	18,7		2,78

П р и м е ч а н и е. Значения диаметров, заключенные в скобки, нерекомендуемые.

36. Поддержки ручные прямые для заклепок с полукруглой головкой



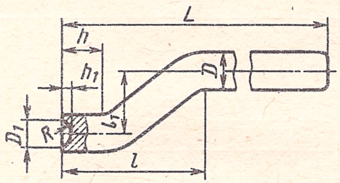
Диаметр заклепки, мм	Размеры поддержек, мм					Масса, кг
	D	D_1	h	R	L	
18	30	14	4,8	7,5	600	3,3
10		16	6	8,3		

Продолжение табл. 36

Диаметр заклепки, мм	Размеры поддержек, мм					Масса, кг
	D	D_1	h	R	L	
12	30	19	7,2	9,8	600	3,3
16	45	25	9,5	13	750	7,4
20		30	12	15,4		
(22)	50	35	13	18,3		11,5
24		37	16	18,7	800	
30	60	45	20	22,7		16,5

Примечание. Значение диаметра, заключенное в скобки, нерекомендуемое.

37. Поддержки ручные изогнутые для заклепок с полукруглой головкой



Диаметр заклепки, мм	Размеры поддержки, мм								Масса, кг
	D	D_1	h_1	R	L	h	l	l_1	
8	30	14	4,8	7,5	600	40	150	55	3,1
10		16	6	8,3					
12		19	7,2	9,8	750				4
16	45	25	9,5	13					7,1
20		30	12	15,4					
(22)	50	35	13	18,3					11,3

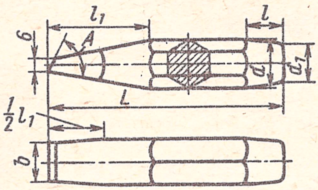
Продолжение табл. 37

Диаметр заклепки, мм	Размеры поддержки, мм								Масса, кг
	D	D_1	h_1	R	L	h	l	l_1	
24	50	37	16	18,7	800	40	150	55	12,1
30	60	45	20	22,7					17,3

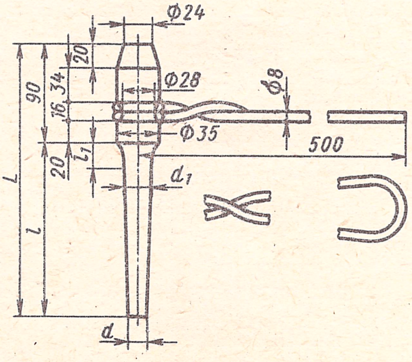
Примечание. Значение диаметра, заключенное в скобки, нерекомендуемое.

38. Косяки ручные

Размеры, мм							Масса, кг
d	d_1	L	l	l_1	b	A	
26	22	150	25	65	22	75°	0,5
		175		75			0,6
30	26	200			26		0,9



39. Выколотки ручные для заклепок



Продолжение табл. 39

Диаметр заклепок, мм	Размеры, мм					Масса (без ручки), кг
	L	l	l_1	d	d_1	
14 – 17	190	100	20	10	16	0,6
20 – 23	210	120	20	16	22	1
26 – 29	240	150	12	18	28	1,5
32 – 35	250	160	12	20	32	1,8

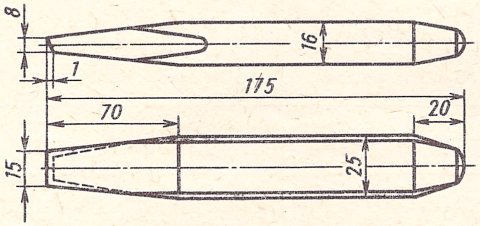


Рис. 30. Чекан ручной

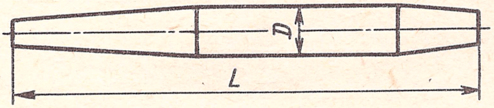


Рис. 31. Пробка сборочная

40. Размеры струбцин, мм

L	L_1	A	B	D	C	H	H_1	h	R	R_1	d	t
60 80	100 130	20 25	18 20	32 38	25 35	70 90	40 45	16 19	10 12	5 8	M16 M18	1,5
100 125	170 205	35 40	26 30	45 50	40 45	110 130	60 75	23 25	15 20	10 10	M22 M24	2

Струбцины параллельные (табл. 41, рис. 33) изготовляют из стали 45. Твердость упорных губок и винтов *HRC* 35–40.

Струбцины скобообразные (табл. 42, рис. 34). Скобы изготовляют из стали марки 50 с твердостью *HRC* 35–40; винт и пяту – из стали марки 45 с твердостью *HRC* 30–35.

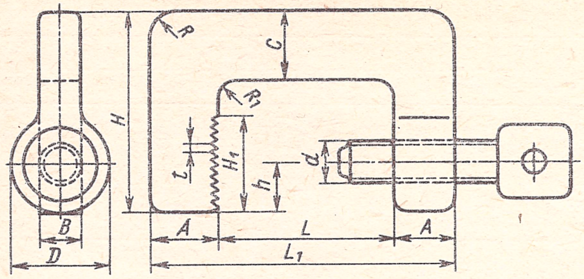


Рис. 32. Струбцина

41. Струбцины параллельные (см. рис. 33)

Размеры, мм								Масса, кг
$L_{наиб}$	L_1	l	b	h	d	l_1	l_2	
60	115	70	16	12	M8	75	85	0,29
65	134	100	20	16	M10	90	100	0,54
90	164	120	20	16	M10	105	125	0,70
110	204	150	24	20	M12	135	155	1,39

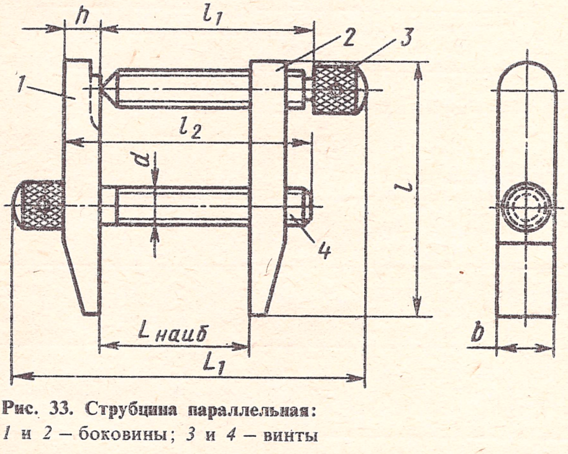


Рис. 33. Струбцина параллельная:
1 и *2* – боковины; *3* и *4* – винты

Оправки. *Конусные оправки* (рис. 35, *а*) применяют для правильного совпадения отверстий в соединяемых изделиях. Их изготовляют из стали марки Ст5, размерами $D \times L$, мм: 12 × 130. 14 × 140, 16 × 150, 19 × 160, 22 × 170, 25 × 185, 28 × 195 и 31 × 205. Диаметр D конусных оправок больше диаметра отверстия на 2 мм.

42. Струбцины скобообразные

Размеры, мм								Масса, кг
B	$H_{1\,наиб}$	*H*	*L*	H_2	H_3	*h*	*d*	
70	45	152	112	70	120	22	M16	1,2
100	75	215	155	100	170	32	M16	2,5
150	120	285	222	150	240	42	M20	5,7
200	165	360	280	200	300	47	M24	9,8
250	215	425	340	250	365	55	M27	14,4

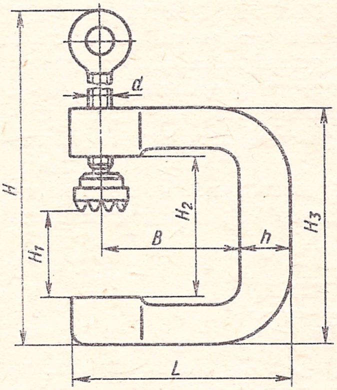


Рис. 34. Струбцина скобообразная

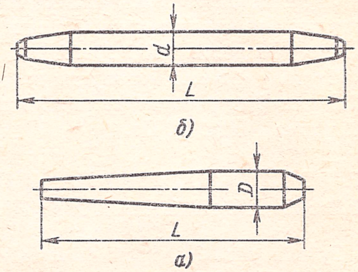


Рис. 35. Оправки:
а – конусная; *б* – проходная

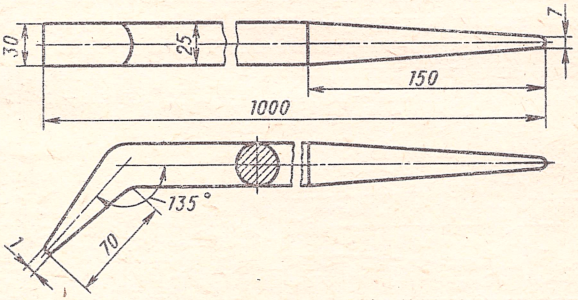


Рис. 36. Сборочный ломик

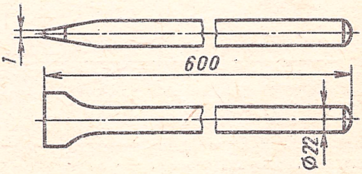


Рис. 37. Скребок для чистки поверхностей

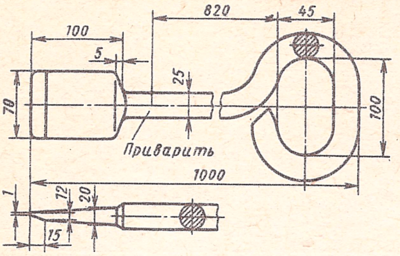


Рис. 38. Скребок для снятия заусенцев

Проходные оправки (рис. 35,*б*) применяют для проверки совпадения отверстий соединяемых деталей. Диаметр тела оправки выполняют равным диаметру отверстий деталей. Основные размеры оправок $d \times L$, мм: 10×115, 12×115, 14×125, 17×125, 20×145, 23×155, 26×175, 29×185.

Ломики для сборки (рис. 36) изготовляют из углеродистой стали марки Ст5. Прямой конец ломика подвергается закалке и отпуску на длине 50–60 мм, а изогнутый – на всю длину до твердости *HRC* 40–45.

Скребки. *Скребок для чистки стыковых поверхностей* (рис. 37) изготовляют из стали марки Ст5 или Ст6, рабочая часть скребка должна иметь твердость *HRC* 50–55.

Скребок для снятия заусенцев (рис. 38) изготовляют из стали марки Ст5 или Ст6; рабочая часть лопатки на длине 40–50 мм должна иметь твердость *HRC* 50–55.

РАБОЧИЕ СМЕННЫЕ НАКОНЕЧНИКИ ДЛЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

Зубила (рис. 39), **крейцмейсели**, **чеканы** (рис. 40) и **обжимки** используют как сменные наконечники для пневматических молотков. Их изготовляют из стали марки У7А или У8А. Рабочая часть инструмента подвергается закалке и отпуску на длине 30–40 мм до твердости *HRC* 52–56, а хвостовая часть – на длине около 20 мм до *HRC* 45–50. Размеры зубил для пневматических рубильных молотков приведены в табл. 43, крейцмейселей – в табл. 44 и обжимок – в табл. 45.

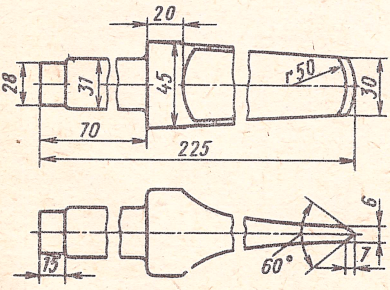


Рис. 39. Зубило для пневматического клепального молотка

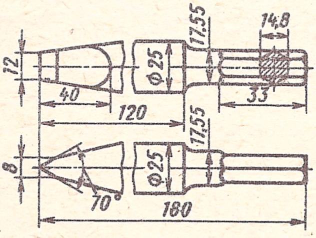
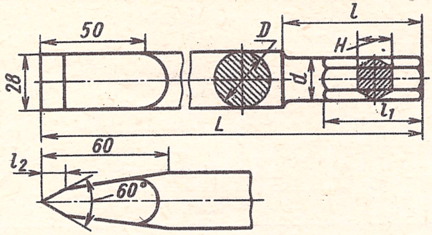


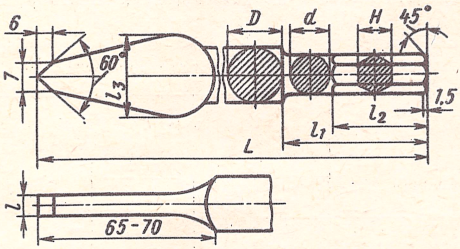
Рис. 40. Чекан для пневматического рубильного молотка

43. Зубила для пневматических рубильных молотков



Размеры, мм							Масса, кг
D	d	L	l	l_1	l_2	H	
25	17,55	200	60	33	7	14,8	0,6
25	20	230	65	45	7	18	0,7
25	22	230	75	55	7	18	0,7

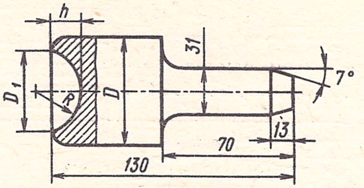
44. Крейцмейсели для пневматических рубильных молотков



Размеры, мм							Масса, кг
D	d	L	l_1	l_2	l	H	
25	17,55	200	60	33	5	14,8	0,35
25	20	260	65	45	6	18	0,65

Выколотками (рис. 41) пневматических клепальных молотков выбивают стержни старых заклепок. Выколотки изготовляют с нормальным и утолщенным хвостовиком из стали марки У7 или У7А. Диаметр d_1 ее рабочей части берется на 40–50% меньше диаметра отверстия для заклепки.

45. Обжимки для пневматических клепальных молотков (заклепки с полукруглой головкой по ГОСТ 10299–80)



Диаметр заклепки, мм	Размеры, мм				Масса, кг	Диаметр заклепки, мм	Размеры, мм				Масса, кг
	D	D_1	h	R			D	D_1	h	R	
10	45	16	6	8,3	1,26	(22)	50	35	13	18,3	1,48
12		19	7,2	9,8		24	55	37	16	18,7	1,72
(14)		22	8,4	11,4		(27)	60	40	18	20,1	2,0
16		25	9,5	13,0		30	65	45	20	22,7	2,2
20		30	12	15,4							

Примечания: 1. Значения диаметров, заключенные в скобки, нерекомендуемые.

2. Обжимки с утолщенным хвостовиком имеют размеры, приведенные в таблице; диаметр хвостовика равен 40 мм.

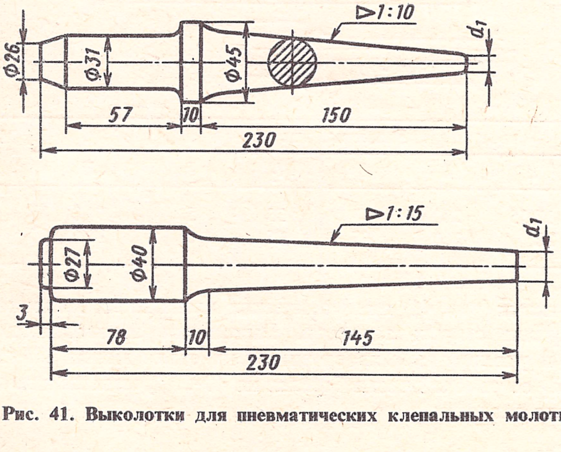


Рис. 41. Выколотки для пневматических клепальных молотков

ВАЛЬЦОВОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Различают **вальцовки крепежные** (рис. 42) и вальцовки **бортовочные** (рис. 43). Ролики у бортовочных вальцовок располагают гуськом или вразмет. Рабочая длина ролика *д* (см. рис. 42) крепежной вальцовки слагается из длины *а* выступающего конца трубы, толщины стенки *б* и части ролика *в*, которая берется равной 5 мм с допуском ±2 мм. На торце ролика выбивают (маркируют) размер номинальной толщины листа, для которого он изготовлен.

На рис. 44 показана конструкция вальцовки с втулкой *4*, которая ограничивает глубину ввода вальцовки, что предохраняет трубку от подреза. Технические характеристики вальцовок приведены в табл. 46–49. В таблицах через косую черту даны внутренний и наружный диаметры труб.

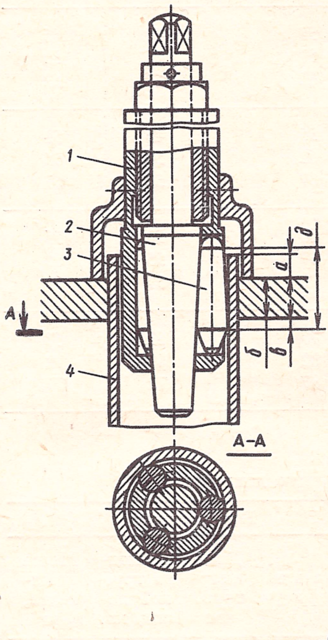
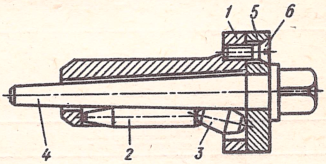


Рис. 42. Вальцовка крепежная:

1 – корпус; *2* – конус; *3* – ролики; *4* – труба

Рис. 43. Вальцовка бортовочная:

1 – корпус; *2* – ролик вальцовочный; *3* – ролик бортовочный; *4* – конус; *5* – крышка; *6* – винт



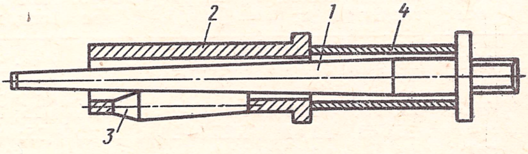


Рис. 44. Вальцовка для трубок:

1 – конус; *2* – корпус; *3* – ролик; *4* – ограничительная втулка

46. Вальцовки для труб котлоагрегатов (давление не более 4 МПа)

Толщина трубной доски, мм	Диаметр труб, мм	Длина ролика, мм		
		крепежного / бортовочного при расположении роликов гуськом длинного	бортовочного при расположении роликов гуськом короткого	бортовочного при расположении роликов вразмет
15	38/30 51/44,5 – 76/68	40 47	30 35	35 40
20	38/30 51/44,5 – 76/68 83/76 – 108/98	45 52 57	35 40 42	40 45 47
25	38/30 51/44,5 – 76/68 83/76 – 108/48	50 57 62	40 45 47	45 50 52
30	38/30 51/44,5 – 76/68 83/76 – 108/98	55 62 67	45 50 52	50 55 57
35	38/30 51/44,5 – 76/68 83/76 – 108/98	60 67 72	50 55 57	55 60 62
40 45 50	83/76 – 108/98 83/76 – 108/98 83/76 – 108/98	77 82 87	62 67 72	67 72 77

47. Вальцовки для труб котлов низкого и среднего давления

Крепежные				Бортовочные			
Марка или шифр	Диаметр труб, мм	Толщина трубной доски, мм	Масса комплекта, кг	Марка или шифр	Диаметр труб, мм	Толщина трубной доски, мм	Масса комплекта, кг
КВК38-1	31/38	20; 25; 30; 35	1,01	КВБ38-2	31/38	20; 25 30; 35	1,08
КВК51-1	43/51	25; 35; 35; 45	1,78 3,41	КВБ51-2 КВБ60-2	43/51 51/60	25; 35 35; 45; 50	1,98 4,06
КВК76-2	70/76	–	3,09				
КВК83-2	75/83	25; 30; 35; 40	7,4	КВБ76-3 КВБ83-2	70/76 75/83	– 25; 30;	3,24 10,85

Продолжение табл. 47

Крепежные				Бортовочные			
Марка или шифр	Диаметр труб, мм	Толщина трубной доски, мм	Масса комплекта, кг	Марка или шифр	Диаметр труб, мм	Толщина трубной доски, мм	Масса комплекта, кг
КВК102-1	94,5/102	25; 30; 35; 40	19,7	КВБ83-2 КВБ102-2	75/83 94,5/102	35; 40 25; 30; 35; 40	10,85 21,80

Примечание. В состав комплекта входит набор роликов для разных толщин трубных досок.

48. Вальцовки для котлов высокого давления

Крепежные			Бортовочные		
Марка или шифр	Диаметры трубы, мм	Масса комплекта, кг	Марка или шифр	Диаметры трубы, мм	Масса комплекта, кг
ВКК29-33	29/38	0,8	ВКБ30-34	29/38	1,1
ВКК40-45	41/51	1,26	ВКБ41-45	41/51	1,5
ВКК52,5-58	54/64	2,4	ВКБ54-59,5	54/64	2,7
ВКК59-65	60/70	2,9	ВКБ60-66	60/70	3
ВКК62-68,5	64/76	3	ВКБ64-70,5	64/76	3,25
ВКК67-73	70/83	3,6	ВКБ69-75	70/83	3,9
ВКК86	88/102	6	ВКБ88	88/102	6,4

Примечание. Вальцовки служат для крепления (развальцовки) труб в барабанах и коллекторах паровых котлов высокого давления. Они состоят из корпуса, конуса и конических роликов. Вальцовки предназначены для определенной толщины трубной доски.

49. Вальцовки винтовые

Параметр	Марка или шифр			
	ВВ60-1	ВВ76-1	ВВ83-1	ВВ188-1
Диаметры трубы, мм	51/60	70/76	75/83	91/105
Масса, кг	2,94	6,7	6,47	12,4

Вальцовки конусные (табл. 50) используются при развальцовке труб в барабанах и коллекторах паровых котлов высокого давления. Вальцовки состоят из корпуса, конуса, конических роликов и механизма, указывающего достижение предела вальцования (нониус).

50. Вальцовки конусные

Косые крепежные			Косые бортовочные		
Марка или шифр	Диаметры трубы, мм	Масса, кг	Марка или шифр	Диаметры трубы, мм	Масса, кг
НК27-31	28/38	1,4	НБ28-38	28/38	1,56
НК40-45	41/51	2,6	НБ41-41	41/51	2,7
КВД57-1	47/57	4,2	БВД57-1	47/57	4,2
КВКН76-64-3	64/76	4,8	КВБН76/64-3	64/76	4,9
НК71-77	70/83	5,8	НБ73-79	70/83	6,3
НК86-92	88/102	10	НБ86-94	88/102	10

Вальцовки самовыключающиеся для котлов высокого давления служат для развальцовки труб в барабанах паровых котлов. Вальцовки состоят из корпуса, конических роликов и механизма, обеспечивающего прекращение вальцевания при достижении его предела. Изготовляют вальцовки следующих марок:

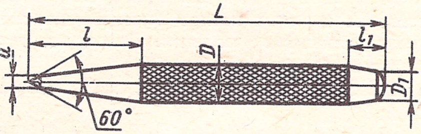
косые крепежные КВК-ВД76-1 – для труб диаметром 64/76 мм массой 4,1 кг,

косые бортовочные КВБ-ВД76-1–для труб диаметром 64/76 мм, массой 7,17 кг.

ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАЗМЕТКИ

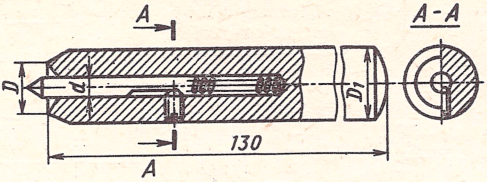
Кернеры (табл. 51) изготовляют из стали марки У7А. Твердость рабочей части на длине 15 – 30 мм должна быть *HRC* 52 – 57, а ударной части на длине 15 – 25 мм – *HRC* 32 – 40. Размеры контрольных кернеров приведены в табл. 52.

51. Размеры кернеров (ГОСТ 7213 – 72), мм



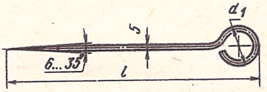
<table>
<tr><th>d</th><th>L</th><th>D</th><th>D₁</th><th>l</th><th>l₁</th></tr>
<tr><td>2</td><td>90</td><td>8</td><td>6</td><td rowspan="3">36</td><td rowspan="2">10</td></tr>
<tr><td>3</td><td>100</td><td>10</td><td>8</td></tr>
<tr><td>4</td><td>125</td><td>12</td><td>9</td><td rowspan="2">15</td></tr>
<tr><td>6</td><td>150</td><td>13</td><td>10</td><td>45</td></tr>
</table>

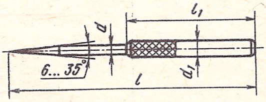
52. Кернеры контрольные



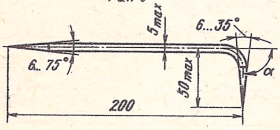
D, мм	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
D_1, мм	20			25			28	35			
d, мм	5			6				8			
Масса, кг	0,32			0,5			0,63	0,97			

53. Чертилки (ГОСТ 24473—80)

Чертилка прямая односторонняя	Обозначение чертилки исполнений 1	Обозначение чертилки исполнений 2	Размеры, мм: d_1	Размеры, мм: l (пред. откл. $\pm \frac{IT17}{2}$)
Тип 1 	7840-1001 —	— 7840-1002	25	150
	7840-1003 —	— 7840-1004	30	200

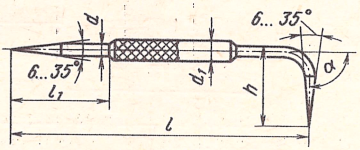
Чертилка прямая односторонняя с рукояткой	1	2	d, не более	d_1	l	l_1
				пред. откл. $\pm \frac{IT17}{2}$		
Тип 2 	7840-1005 —	— 7840-1006	3	6	125	70
	7840-1007 —	— 7840-1008	5	8	150	80
	7840-1009 —	— 7840-1011	5	8	200	90

Размеры, мм *Продолжение табл. 53*

Чертилка изогнутая двусторонняя	Обозначение чертилки исполнений		d, не более	d_1	l	l_1
	1	2		пред. откл. $\pm \frac{IT17}{2}$		
Тип 3 	7840-1012 —	— 7840-1013	30			
	7840-1014 —	— 7840-1015	60			
	7840-1016 —	— 7840-1017	90			

54. Чертилка изогнутая двусторонняя с рукояткой (ГОСТ 24473—80)

Тип 4



Обозначение чертилки исполнений		Размеры, мм					
1	2	d, не более	d_1	l	l_1	h, не более	α°
			Пред. откл. $\pm \frac{IT17}{2}$				
7840-1018 —	— 7840-1019	3	6	150	60	30	30
7840-1021 —	— 7840-1022						60
7840-1023 —	— 7840-1024						90

Продолжение табл. 54

Обозначение чертилки исполнений		Размеры, мм					
1	2	d, не более	d_1	l	l_1	h, не более	$\alpha°$
			Пред. откл. $\pm\frac{IT17}{2}$				
7840-1025	—						30
—	7840-1026						
7840-1027	—	5		200	75	40	60
—	7840-1028						
7840-1029	—						90
—	7840-1031		8				
7840-1032	—						30
—	7840-1033						
7840-1034	—	5		250	100	50	60
7840-1036	—						
—	7840-1037						90

Примечание. Чертилки каждого типа должны изготовляться: исполнения 1 – со стальными ножками; исполнения 2 – с остриями ножек, оснащенных твердым сплавом.

Чертилки (табл. 53 и 54) изготовляют из стали марки У7 или У8. Твердость рабочих концов *HRC* 52–56.

Размеры **циркулей разметочных** приведены в табл. 55.

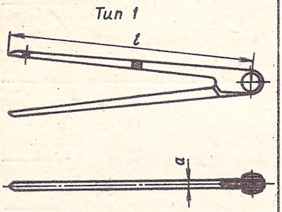
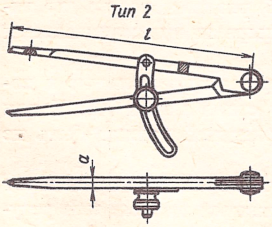
Призмы поверочные и разметочные (табл. 56) разделяются на два типа: с одной призматической выемкой и с четырьмя призматическими выемками.

По точности призмы подразделяются на призмы нормальные и повышенной точности. Первые изготовляют из стали марок ХГ, Х или из стали марки У12, твердость рабочих поверхностей должна быть не ниже *HRC* 56; вторые – из чугуна СЧ 15–23.

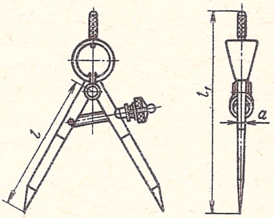
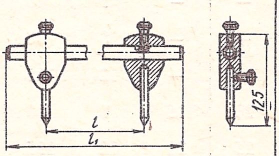
Для установки (при разметке) ступенчатых тел вращения применяют призмы с винтовой опорой (рис. 45), с подвижными щеками или регулируемые призмы (рис. 46).

Малки применяют для перенесения различных углов. Они бывают простые (рис. 47, *а*) и универсальные или двойные (рис. 47, *б*). Проверка углов проводится «на просвет», прикладыванием к изделию малки, установленной по транспортиру на желаемый угол.

55. Циркули

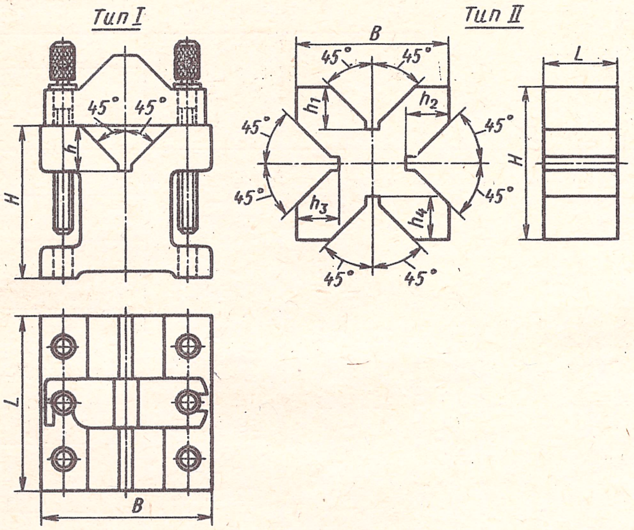
Наименование	Обозначение циркуля исполнений		Размеры, мм	
	1	2	l	a
			Пред. откл. $\pm \frac{IT17}{2}$	
Циркуль простой (ГОСТ 24472–80)	7841-0071 –	– 7841-0072	100	6
	7841-0073 –	– 7841-0074	150	8
	7841-0031 –	– 7841-0032	200	10
	7841-0033 –	– 7841-0034	250	10
	7841-0035 –	– 7841-0036	300	12
	7841-0037 –	– 7841-0038	360	14
	7841-0075 –	– 7841-0076	400	14
Циркуль с дугой (ГОСТ 24472–80)	7841-0077 –	– 7841-0078	150	8
	7841-0021 –	– 7841-0022	200	10
	7841-0023 –	– 7841-0024	250	
	7841-0025 –	– 7841-0026	300	12
	7841-0027 –	– 7841-0028	360	
	7841-0079 –	– 7841-0081	400	14

Продолжение табл. 55

Наименование	Обозначение циркуля исполнений		Размеры, мм		
	1	2	l	a	
			Пред. откл. $\pm \frac{IT17}{2}$		
			l	l_1	a
Циркуль с пружиной (ГОСТ 24472–80)	7841-0051 —	— 7841-0052	75	118	6
	7841-0053 —	— 7841-0054	100	140	
Тип 3	7841-0055 —	— 7841-0056	125	170	
	7841-0057 —	— 7841-0058	150	210	8
	7841-0061 —	— 7841-0062	180	240	
	7841-0063 —	— 7841-0064	200	265	10
	7841-0065 —	— 7841-0066	250	315	
			l	l_1	
Циркуль для разметки диаметров до 3150 мм	7841-0082 —	— 7841-0083	500	550	
Тип 4	7841-0084 —	— 7841-0085	1000	1050	
	7841-0086 —	— 7841-0087	1600	1650	
	7841-0088 —	— 7841-0089	2000	2050	
	7841-91 —	— 7841-0092	3150	3200	

Примечание. Циркули каждого типа должны изготовляться: исполнения 1 – со стальными ножками; исполнения 2 – с остриями, оснащенными твердым сплавом.

56. Призмы поверочные и разметочные (ГОСТ 5641–82)



Типоразмер призм	B	L	H	h	h_1	h_2	h_3	h_4	Диаметр устанавливаемых на призмах валов	
									наим.	наиб.
I–1	35	40	30	6	–	–	–	–	3	15
I–2	60	50	50	16	–	–	–	–	5	40
I–3	105	100	80	32	–	–	–	–	8	80
I–4	150	100	100	50	–	–	–	–	12	135
II–1	100	60	90	–	32	25	20	16	8	80
II–2	150	80	135	–	50	32	25	20	12	135
II–3	200	100	180	–	60	50	32	25	20	160
II–4	300	125	270	–	110	80	60	50	32	300
III–1	200	100	125	60	–	–	–	–	20	160
III–2	300	125	180	110	–	–	–	–	32	300

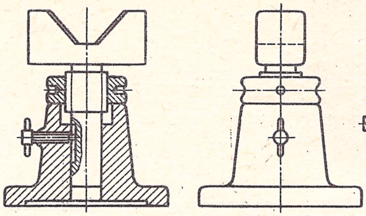


Рис. 45. Призма с винтовой опорой

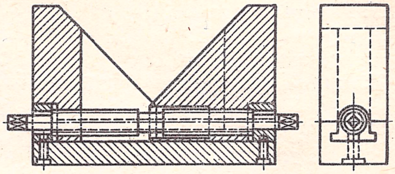


Рис. 46. Регулируемая призма

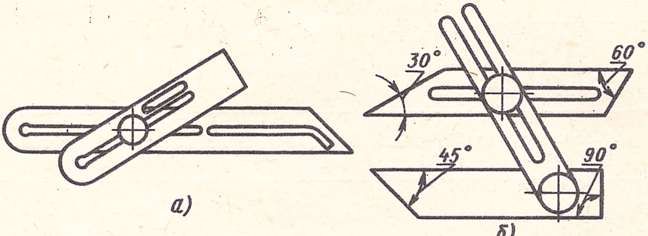


Рис. 47. Малки:
а – простая; *б* – универсальная

ШОРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Шорные ножи (рис. 48) типов А и Б изготовляют из стали с содержанием углерода 0,6–0,7 %. Клинок ножа подвергают закалке с отпуском до твердости *HB* 480–520.

Шилья обычно прямые круглые (табл. 57, рис. 49) применяют для сшивки приводных ремней или лент транспортеров.

Пробойники (табл. 58, рис. 50) применяют для пробивки кожи при сшивке ремней.

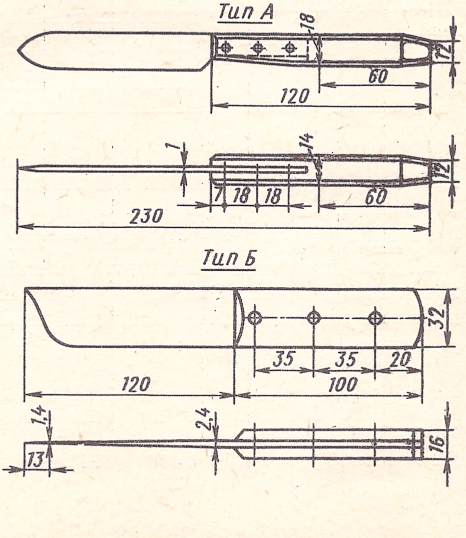


Рис. 48. Ножи шорные типа А и Б

57. Размеры круглых шильев, м

Номер шила	l_1	l_2	d
1	30	15	2
2	75	50	3
3	120	80	5
4	280	220	9

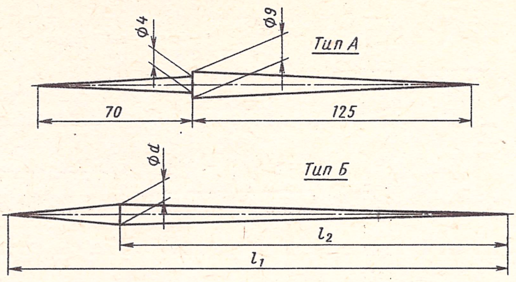


Рис. 49. Шилья круглые типа А и Б

58. Размеры пробойников, мм

Обозначение размера	Номер пробойника						
	1	2	3	4	5	6	7
d	9	9	11	11	12	13	13
d_1	2	3	4	5	6	7	8
d_2	3	4	5	6	7	8	9
l	3	4	5	6	7	8	9

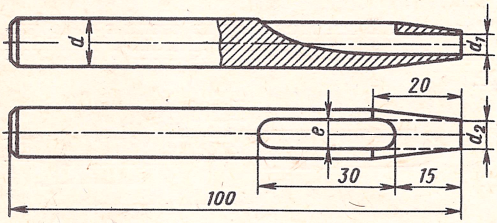


Рис. 50. Пробойник

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПАЙКИ И ЛУЖЕНИЯ

Паяльник (рис. 51, *а*) состоит из медной призмочки, прикрепленной к железному прутку с деревянной ручкой.

Медные паяльники применяют при пайке металлов низкотемпературными припоями. В зависимости от размеров изделия и толщины паяемого металла медные паяльники изготовляют следующих типоразмеров:

Номер паяльника	1	2	3	4	5	6	7
Масса, г	100	200	300	400	500	600	700
Длина с учетом ручки, мм	350	350	400	400	400	400	450

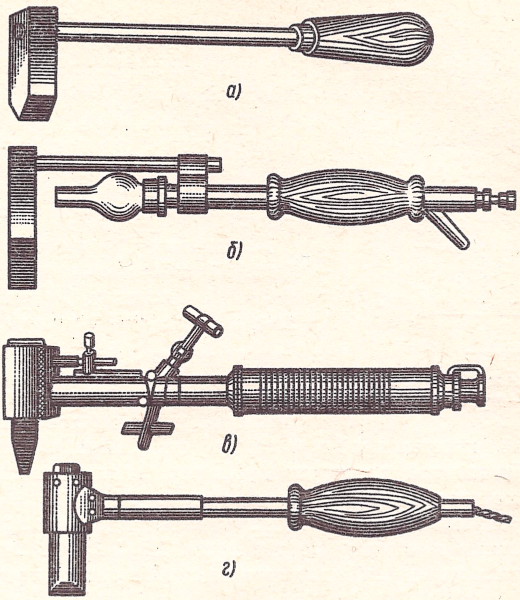


Рис. 51. Паяльники:

а – обыкновенный; *б* – газовый; *в* – бензиновый; *г* – электрический

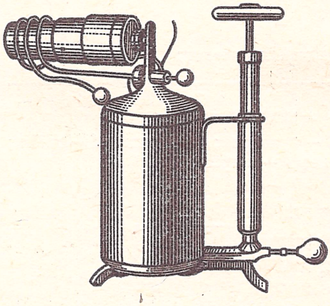


Рис. 52. Лампа паяльная

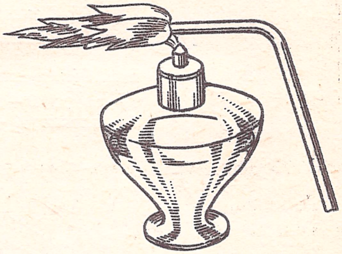


Рис. 53. Паяльная трубка и спиртовая лампа

Паяльники нагревают на паяльных лампах, газовых горелках и горнах. Для непрерывной работы к паяльникам могут быть пристроены газовые (рис. 51, *б*) или бензиновые (рис. 51, *в*) горелки. Наиболее совершенной и распространенной конструкцией являются электрические паяльники (рис. 51, *г*).

Паяльные лампы (рис. 52) изготовляют емкостью 1 и 2 л. Паяльная лампа ПЛ-2 имеет резервуар емкостью 2 л; горючее – керосин, рабочее давление 0,2 – 0,3 МПа.

Габаритные размеры лампы 340 × 310 × 140 мм, масса 2,3 кг. Она комплектуется с одной запасной горелкой.

Паяльные трубки и спиртовые лампы (рис. 53) применяют для паяния небольших соединений, главным образом, низкотемпературными припоями.

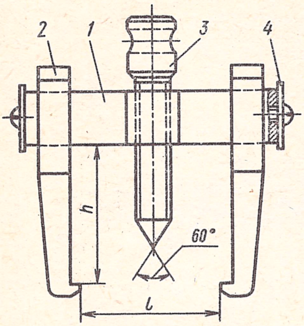


Рис. 54. Съемник:
1 – коромысло; *2* – захваты; *3* – винт; *4* – предохранители

СЪЕМНИКИ

Для съемки с валов машин шкивов, шестерен, подшипников качения и других деталей, посаженных с натягом, применяют приспособления (съемники) различной конструкции. На рис. 54 показан съемник, который обеспечивает съем детали захватами и упором винта *3* в контрдеталь. Коромысло *1* и захваты *2* изготовляют из стали марки 45, подвергают закалке и отпуску до твердости *HRC* 35–40. Винт изготовляют из стали марки Ст5 и термически обрабатывают до *HRC* 40–45.

Основные размеры съемников, мм:

l_{min}	10	20	30	30	30
l_{max}	56	100	150	250	350
h	45	100	150	250	350

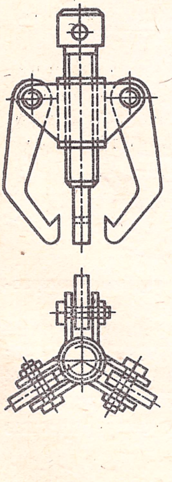
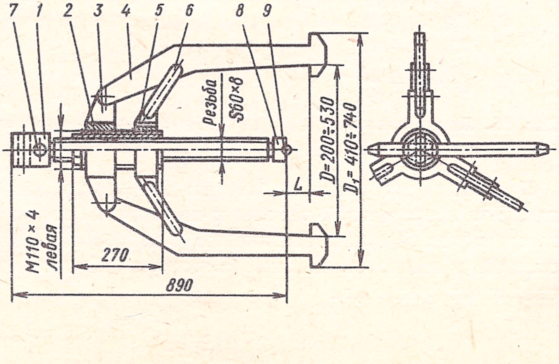


Рис. 55. Самоцементирующийся съемник

Рис. 56. Съемник с тремя захватами:
1 – винт; *2* – гайки; *3* – траверса; *4* – тяга; *5* – гайка; *6* – планка; *8* – колпачок; *9* – шарик



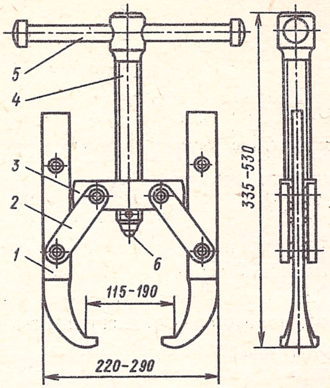


Рис. 57. Съемник двухрычажный:
1 – захват; *2* – тяга; *3* – траверса; *4* – винт; *5* – рукоятка; *6* – шарик

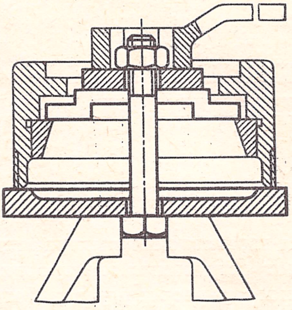


Рис. 58. Приспособление для выпрессовки наружного кольца подшипника

На рис. 55 показан самоцентрирующийся винтовой съемник с тремя лапами. Наличие третьей лапы позволяет без предварительной подстройки съемника правильно (сцентрированно) снимать детали с валов.

Съемник (рис. 56) с тремя захватами предназначен для демонтажа подшипников качения, полумуфт, барабанов и других деталей, смонтированных с натягом.

Съемники стандартизованы и изготовляются с размерами, мм: от 0 до 400; свыше 400 до 800 и свыше 800 до 1200.

На рис. 57 показан съемник двухрычажный, в котором тяги *2* при необходимости захвата удлиненных деталей переставляют и крепят в отверстиях, расположенных в верхней части захватов *1*.

Для демонтажа наружных колец разъемных подшипников разных типов (конических, роликовых цилиндрических, витых и др.) применяют приспособление, показанное на рис. 58. Выпрессовка наружного кольца подшипника из корпуса производится при помощи шайб и болта с гайкой.

Глава 6

МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ РУЧНОЙ ИНСТРУМЕНТ И СТАНКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТРУБ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РУЧНЫЕ МАШИНЫ

Для изготовления электрифицированного ручного инструмента применяют встроенные электродвигатели следующих типов: коллекторные, универсальные, работающие от сети постоянного или переменного тока (напряжение 220 В, частота 50 Гц); асинхронные, с коротко замкнутым ротором, работающие от сети переменного трехфазного тока (напряжением 220 В, частота 50 Гц); асинхронные, с коротко замкнутым ротором, работающие от специальной сети переменного тока (напряжение 220 или 36 В, частота 200 Гц).

Общий вид коллекторного электродвигателя, работающего от сети постоянного тока, показан на рис. 1. В корпусе *1* расположен статор электродвигателя, представляющий собой электромагнит, состоящий из набора стальных пластин *3*, скрепленных винтами *2*. В пазах статора уложены обмотки, по которым пропускается ток, создающий постоянный магнитный поток статора. На вал *5* насажен якорь *4*, набранный из тонких стальных пластин. В продольные пазы якоря уложены проволочные катушки, концы которых выведены к пластинам *11* коллектора. К коллектору прижаты пружинами *6* щетки *7*, через которые к обмоткам якоря подводится ток. Щетки укреплены в специальных щеткодержателях, установленных на изолированных пластинах *12*. Электрический ток от сети подводится к щеткам от штепселя *8* по проводам *9*. Выключатель тока помещен в коробке *10*.

Во избежание перегрева обмоток при работе двигателя их охлаждают воздухом с помощью вентилятора *13*, закрепленного на валу *5*. Воздух засасывается вентилятором из окружающей среды через отверстия в корпусе со стороны коллектора, продувается через электродвигатель и выходит через щели с противоположной стороны.

Электродвигатель переменного тока работает аналогично. Так как на щетки подается переменный ток, его направление непрерывно меняется в обмотках ротора и ротор вращается. В этом случае подвод тока к обмоткам осуществляется не специальным сборным коллектором, а через скользящие контакты. В универсальных двигателях применяется коллектор, используемый при работе на постоянном токе, а при питании двигателя переменным током такой коллектор служит токоприемником.

Коллекторные универсальные двигатели рассчитывают и изготов-

ляют так, чтобы они могли работать от сети как постоянного, так и переменного тока нормальной частоты.

Для инструмента, работающего на трехфазном токе, применяют главным образом асинхронные двигатели переменного тока. Соединить обмотки статора асинхронного двигателя при включении в питающую сеть можно либо на звезду, либо на треугольник, благодаря чему двигатель будет работать при разных напряжениях. Например, при соединении обмоток на треугольник двигатель может питаться от сети с напряжением 220 В, а при соединении на звезду – от сети с напряжением 380 В. Аналогично один и тот же электродвигатель может работать от сети с напряжением 127 и 220 В. Со звезды на треугольник и наоборот обмотки можно переключить, переставляя соединительные перемычки (рис. 2) на зажимах выводов обмоток в коробке выключателя.

Как универсальные, так и трехфазные двигатели имеют достоинства и недостатки. По своему устройству асинхронные трехфазные коротко-

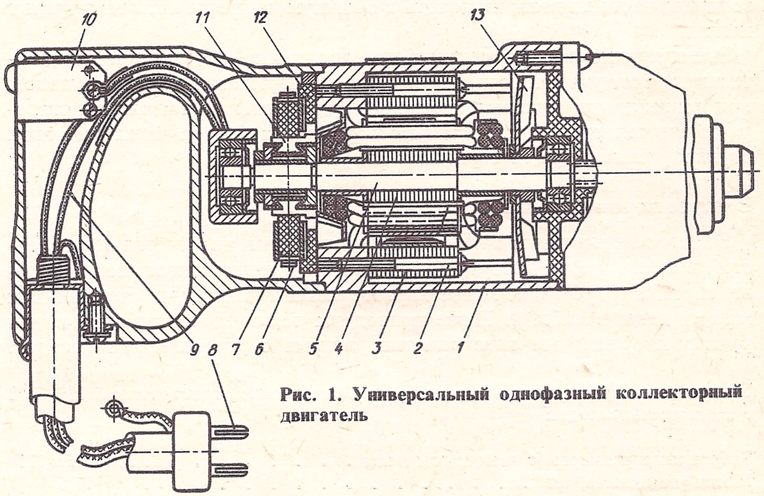


Рис. 1. Универсальный однофазный коллекторный двигатель

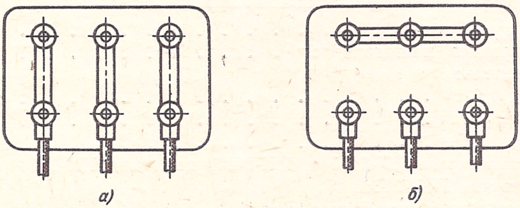


Рис. 2. Положение зажимов при соединении обмоток:
а – на треугольник; *б* – на звезду

замкнутые двигатели, включаемые в сеть трехфазного тока, более простые, чем универсальные коллекторные – отсутствуют коллектор и щеточный аппарат – и более надежные в работе. Универсальные коллекторные двигатели пригодны для включения в электрическую сеть постоянного и переменного однофазного тока. Эти двигатели характеризуются большей удельной мощностью (мощностью, приходящейся на единицу веса), чем трехфазные.

Электрифицированный инструмент с приводом от трехфазных асинхронных короткозамкнутых двигателей с большой частотой вращения объединяет положительные качества двигателей обоих типов. Использование частоты тока до 200 Гц в двухполюсном асинхронном двигателе позволяет получать высокую синхронную скорость 12 000 об/мин. Такие двигатели называют высокочастотными, и по конструкции они отличаются от обычных главным образом обмотками статора. Инструмент с высокочастотным электродвигателем включается в специальную сеть, питающуюся от специального агрегата – преобразователя частоты тока; включать в обычную силовую сеть инструмент нельзя.

Электроинструмент имеет двойную изоляцию – основную и дополнительную, которая исключает возможность поражения оператора током при повреждении основной изоляции. Дополнительная изоляция статора осуществляется пластмассовым корпусом, а ротора – пластмассовой втулкой, изолирующей сердечник якоря от вала.

Электросверлильные машины

Электросверлильные машины предназначены для сверления отверстий в стали средней твердости, цветных металлах, пластмассах, дереве, кирпиче и др. Технические характеристики некоторых сверлильных машин даны в табл. 1. Ниже приведены технические характеристики ручных сверлильных электрических машин с комплектами насадок.

Техническая характеристика машины ручной сверлильной электрической ИЭ-6002 с комплектом насадок

Габаритные размеры (с чемоданом), мм	390 × 75 × 131
Масса комплекта, кг	17,6
Электросверлильная машина ИЭ-1021	
Диаметр сверла, мм	14
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	16
Электродвигатель:	
мощность, кВт	0,27
напряжение, В	36
частота тока, Гц	200
Насадки – гайковерты ИК-8406 и ИК-8407, ножницы ИК-8804 и ИК-8805, щетка ИК-8203:	
диаметр завинчиваемых болтов, мм	20; 24
толщина разрезаемого листа, мм	2,5
величина момента затяжки, Н · м	220; 280

Техническая характеристика машины ручной сверлильной электрической ИЭ-6008 с комплектом насадок

Габаритные размеры (с футляром), мм	490 × 480 × 165
Масса комплекта, кг	8
Электросверлильная машина ИЭ-1202:	
диаметр сверла, мм	9
частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	16/33,3
Электродвигатель:	
мощность, кВт	0,42
напряжение, В	220
частота тока, Гц	50
Насадки – пила ИК-8606, точило ИК-8210, диск ИК-8211:	
диаметр диска (круга), мм	125
глубина пропила, мм	35

1. Технические характеристики некоторых моделей сверлильных машин

Параметр	ИЭ-1025А	ИЭ-1202А	ИЭ-1022В	ИЭ-1017А	ИЭ-1015А
Диаметр сверла, мм	9	9	14	23	23/32
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	20,5	–	12	7,6	7,5
Электродвигатель:					
марка	АПШ-120/36-12У4	КНП-210/220-12У4	КНП-250/220-12У4	АПШ-370/36-12У2	АНI-550/220--342
мощность, кВт	0,21	0,42	0,4	0,86	0,83
напряжение, В	36	220	220	36	220
частота тока, Гц	200	50	50 – 60	200	50
Габаритные размеры, мм					
длина	235	282	405	330	460
ширина	67	70	205	380	480
высота	162	157	146	92	165
Масса, кг	1,6	1,3	2,8	4,1	9

Параметр	ИЭ-1205	ИЭ-1206	ИЭ-1023	ИЭ-1032	ИЭ-1003А
Диаметр сверла, мм	23/14	32/23	23	9	6
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	4/8	2,5/4	4,1	15,6	25
Электродвигатель:					
марка	КНП-370/220-12У4	КНП-750/220-12У4	Коллекторный однофазный с двойной изоляцией		Коллекторный
мощность, кВт	0,6	0,86	0,6	0,4	0,27
напряжение, В	220	220	220	220	220
частота тока, Гц	50	50	50	50	50
Габаритные размеры, мм					
длина	360	535	472	245	272
ширина	86	160	90	70	65
высота	407	650	565	157	140
Масса, кг	5	7	6,5	1,7	1,54

В табл. 2 приведены технические характеристики станков электрических для сверления отверстий в железобетоне.

2. Технические характеристики электрических станков для сверления отверстий в железобетоне

Параметр	Модель		
	ИЭ-1801	ИЭ-1804	ИЭ-1805
Диаметр сверла, мм	50 – 125	50, 60, 85	100 – 160
Глубина сверления, мм	380	380	380
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	12; 22	19,8	10
Электродвигатель:			
марка	–	–	4AX90L2У3
мощность, кВт	2,2	1,5	3
напряжение, В	220/380	220/380	380
частота тока, Гц	50	50	–
Электронасос:			
тип	–	ПА-22	–
подача, л/мин	–	22	–
Габаритные размеры, мм	1440 × 510 × 1120	620 × 560 × 1310	735 × 620 × 1600
Масса, кг	140	85	130

Электрошлифовальные машины

Электрошлифовальные машины (табл. 3 и 4) предназначены для зачистки сварных швов, литья, очистки металлических конструкций от коррозии и шлифования различных поверхностей.

3. Технические характеристики некоторых моделей электрических ручных шлифовальных машин

Параметр	ИЭ-2008	ИЭ-2009	ИЭ-2004А	ИЭ-2106
Диаметр шлифовального круга, мм	63	125	150	80
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$:	–	43	64,3	55
на холостом ходу	233	–	–	–
под нагрузкой	113	–	–	–
Электродвигатель:				
марка, тип	КНП-370/ /220-12У4	КНП-750/ /220-12У4	АПШ-800/ /36-12У2	КНП-370/ /220-12У2
мощность, кВт	0,6	1,15	0,8	0,6
напряжение, В	220	220	36	220
частота тока, Гц	50	50	200	50
Габаритные размеры, мм	575 × 86 × 86	633 × 144 × × 106	609 × 204 × × 117	420 × 108 × × 141
Масса, кг	3,8	6,5	6,5*[1]	3,8

Продолжение табл. 3

Параметр	PRAa40П*2	Ш-178*3	Ш-230*3	WSBA-1400*3
Диаметр шлифовального круга, мм	30	178	230	230
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$:	316,6	141	111	111
на холостом ходу	–	–	–	–
под нагрузкой	–	–	–	–
Электродвигатель:				
марка, тип	Коллекторный однофазный			
мощность, кВт	0,16	0,75	1,4	1,9
напряжение, В	220	220	220	220
частота тока, Гц	50	50	50	50
Габаритные размеры, мм	–	540 × 260 × × 150	540 × 280 × × 150	565 × 200 × × 350
Масса, кг	3,15	5,5	5,7	6,5

*1 С виброзащитой (без кабеля и шлифовального круга).
*2 Изготовитель – фирма Varimex (ПНР).
*3 Изготовитель – завод «ЭЛПРОМ» (НРБ).

4. Технические характеристики шлифовальных электрических машин с гибким валом

Параметр	Модель	
	ИЭ-6103	ИЭ-8201А
Электродвигатель:		
тип или марка	Асинхронный трехфазный	ЭВ-147
мощность, кВт	1,02	1,02
напряжение, В	220	220
частота, Гц	50	50
Прямая шлифовальная головка:		
диаметр круга, мм	200	200
частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	49	49
габаритные размеры, мм	293 × 272 × 279	265 × 226 × 272
Угловая шлифовальная головка:		
диаметр круга, мм	125	–
частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	68	49
габаритные размеры, мм	347 × 246 × 201	294 × 210 × 230
Масса комплекта, кг	34	26,5

В переносной электрической шлифовальной машине ИЭ-8201 в корпусе головки, служащей одновременно рабочей рукояткой, помещен шпиндель, соединенный с гибким валом. На выступающем конце шпинделя устанавливается абразивный круг или стальная радиальная

щетка. Круг закрыт защитным кожухом, к которому крепится вторая рабочая рукоятка.

Полустационарное настольное электроточило БЭТ-1 предназначено для заточки слесарно-монтажных, столярных и плотничных инструментов малых размеров.

Техническая характеристика электроточила БЭТ-1

Диаметр абразивного круга, мм	100
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	47
Электродвигатель:	
мощность, кВт:	
номинальная	0,25
потребляемая в однофазном режиме	0,44
режим работы	ПВ 40 %
напряжение, В	220
частота тока, Гц	50
Габаритные размеры, мм	280 × 140 × 230
Масса (без кабеля), кг	7,7

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ

Электрогайковерты, заклепочник, молотки

Электрогайковерты (табл. 5 и 6) предназначены для завинчивания болтов и гаек, электрические шуруповерты (табл. 7) – для завинчивания винтов, шурупов, болтов и гаек.

Электрозаклепочник И-120, имеющий вид пистолета, предназначен для крепления обшивки из листовой стали к каркасу при изготовлении кабин, кожухов, ограждений. С его помощью выполняют точечный шов, а также швы в нахлесточных и стыковых сварных соединениях.

Источником тока для питания инструмента служит сварочный трансформатор СТЭ-34 с дросселем. Ниже приведены технические характеристики электрозаклепочника и ручных электрических молотков.

5. Технические характеристики некоторых моделей резьбозавертывающих машин (гайковертов)

Параметр	ИЭ-3121	ИЭ-3120	ИЭ-3119	ИЭ-3112	ИЭ-3112А	ИЭ-3113	ИЭ-3114А
Диаметр затягиваемой резьбы, мм	16 – 27	16 – 42	14 – 36	22 – 42	24 – 48	16	16
Момент затяжки, Н · м	–	–	–	2100	840	125	125
Энергия удара, Дж	16	63	40	100		–	–
Частота ударов, Гц	–	–	2	0,5	0,4	–	–
Частота вращения, $с^{-1}$	–	–	–	–	–	16,6	16

Продолжение табл. 5

Параметр	ИЭ-3121	ИЭ-3120	ИЭ-3119	ИЭ-3112	ИЭ-3112А	ИЭ-3113	ИЭ-3114А
Электродвигатель: марка	КНII-120/ /220- -12У4	КНII-370/ /220- -12У4	КНII-210/ /220- -12У4	—	—	КНII-180/ /220- -12У4	АПIII-180/ /36- -12У2
мощность, кВт	0,35	0,6	0,45	0,12		0,34	0,27
напряжение, В	220			220		220	36
частота тока, Гц	50			50		50	200
Габаритные размеры, мм: длина	395	475	500	447	350	363	300
ширина	79	135	90	153	135	68	70
высота	209	325	135	410	460	243	237
Масса, кг	4,3	10,5	7,4	12,4	12,3	3,8	3,6

6. Технические характеристики резьбозавертывающих машин (гайковертов)

Параметр	ИЭ-3115А	ИЭ-3118
Диаметр затягиваемой резьбы, мм, для болтов класса прочности:		
3,6 – 6,6	18 – 30	
6,8 – 14,9	12 – 20	
Энергия удара, Дж	25	
Частота ударов, Гц	2	1,5
Электродвигатель: марка	КНII-350/220-12У4	АПIII-250/36-12У2
мощность, кВт	0,42	0,36
напряжение, В	220	36
частота тока, Гц	50 – 60	200
Габаритные размеры, мм	470 × 79 × 130	370 × 80 × 210
Масса, кг	5,1	5,7*

* Без кабеля, торцовых головок и боковой ручки с кольцом.

7. Шуруповерты ручные электрические

Параметр	ИЭ-3601Б	ИЭ-3602А	ИЭ-3603
Диаметр затягиваемой резьбы, мм	6	6	6
Момент затяжки, Н·м	13	15	14
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	13,3	–	41,6
Электродвигатель: марка	АПШ-120/36-12У2	КНП-210/220-12У4	
мощность, кВт напряжение, В частота тока, Гц	0,21 36 200	0,42 220 50	
Габаритные размеры, мм Масса (без кабеля), кг	366 × 67 × 162 2,3	400 × 70 × 130 2,5	320 × 70 × 130 1,7

Техническая характеристика электрозаклепочника И-120

Производительность, количество точек/ч	250
Толщина привариваемого листа, мм	0,2 – 2,5
Глубина провара, мм, при токе, А:	
400	2,5
800	5
Режим работы:	
сила тока, А	250 – 800
напряжение, В	25 – 30
время горения дуги, с	0,9 – 1,5
Диаметр электрода, мм	4 – 5
Флюс:	
марка	АН-348А
крупность, мм	0,5 – 2
доза, г	8
Емкость бункера для флюса в дозах	25
Габаритные размеры, мм	175 × 75 × 190
Масса, кг	1,5

Техническая характеристика молотка ручного электрического ИЭ-4213

Энергия удара бойка, Дж	10
Частота ударов, Гц	18,3
Электродвигатель:	
марка	КНП-250/220-12У4

мощность, кВт	0,45
напряжение, В	220
частота тока, Гц	50
Габаритные размеры, мм	760 × 100 × 150
Масса (без кабеля и рабочего инструмента), кг	9

Техническая характеристика молотка ручного электрического ИЭ-4211

Энергия удара бойка, Дж	25
Частота ударов, Гц	19
Электродвигатель:	
мощность, кВт	1,05
напряжение, В	220
частота тока, Гц	50
Габаритные размеры, мм	795 × 200 × 250
Масса (без кабеля и рабочего инструмента), кг	22

Электрические ножницы

В практике чаще всего используются следующие типы электрических ручных ножниц: ИЭ-5403А, ИЭ-5404, ИЭ-5502. Их технические характеристики помещены ниже.

Техническая характеристика ножниц ручных электрических ножевых ИЭ-5403А

Толщина разрезаемого листа, мм	2,5
Частота рабочих ходов ножа, ход/мин	990
Электродвигатель:	
мощность, кВт	0,4
напряжение, В	220
частота тока, Гц	50
Габаритные размеры, мм	330 × 84 × 290
Масса (без кабеля), кг	4,8

Техническая характеристика ножниц ручных электрических ножевых ИЭ-5404

Толщина разрезаемой стали, мм	1,6
Производительность, м/мин	4
Частота рабочих ходов ножа, ход/мин	1800
Электродвигатель:	
марка	КНП-120/220-12У4
мощность, кВт	0,23
напряжение, В	220
частота тока, Гц	50
Габаритные размеры, мм	250 × 80 × 220
Масса (без кабеля), кг	3

Техническая характеристика ножниц ручных электрических вырубных ИЭ-5502

Толщина разрезаемого листа, мм, из материала с временным сопротивлением 400 МПа	1
Производительность, м/мин	1
Частота рабочих ходов ножа, ход/мин	1200

Электродвигатель:

марка	КНП-120/220-12У2
мощность, кВт	0,23
напряжение, В	220
частота тока, Гц	50
Габаритные размеры, мм	250 × 80 × 230
Масса (без кабеля), кг	2,9

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭЛЕКТРОИНСТРУМЕНТА

Преобразователи частоты тока (табл. 8) предназначены для повышения частоты и понижения напряжения электрического тока. Они применяются для питания электроэнергией различных инструментов, машин и механизмов с двигателями повышенной частоты.

Преобразователь ИЭ-9401 представляет собой стационарный агрегат, имеющий режим работы двигателя. В агрегат входят двигатель и генератор, у которых общий вал и общий корпус. Преобразователь ИЭ-9403 является одномашинным переносным устройством.

8. Преобразователи частоты тока

Параметр	ИЭ-9401	ИЭ-9403	ИЭ-9406	ИЭ-9405
Мощность:				
потребляемая, кВт	5,8	2	3,4	8
отдаваемая, кВ · А	4	1,2	1,5	4
Род тока	Переменный, трехфазный			
Напряжение, В:				
первичное	380/220			
вторичное	36	36	42	42
Частота тока, Гц:				
первичная	50			
вторичная	200			
Габаритные размеры, мм:				
длина × ширина × высота	603 × 282 × 340		560 × 318 × 398	
диаметр × высота	335 × 256		340 × 290	
Масса, кг	63	39	40,5	60

9. Технические характеристики защитно-отключающих устройств

Параметр	ИЭ-9801	ИЭ-9802	ИЭ-9811	ИЭ-9814
Мощность обслуживаемого электродвигателя, кВт	2,2	4/2,2	4/2,2	4/2,2
Род тока	Переменный трехфазный			
Напряжение, В	380/220			
Частота тока, Гц	50			
Время срабатывания защиты, с	0,05			
Принцип действия	Защитное отключение			
Чувствительность защиты при замыкании фазы на землю, А	0,01	0,15	0,01	
Габаритные размеры, мм: длина	312		295	
ширина	184	174	112	117
высота	136	146	120	113
Масса, кг	5,5	4	3	3,5

Устройства защитно-отключающие (табл. 9) предназначены для защиты от поражения током при работе с электроустановками. На корпусах таких устройств, например ИЭ-9801 и ИЭ-9804, смонтированы кнопки «Пуск», «Контроль», «Стоп» и линза сигнальной лампы. При нажатии кнопки «Пуск» срабатывает линейный контактор, блокирующий цепь питания катушки и трансформатора напряжения, – сигнальная лампа загорается. Для проверки защиты нажимают кнопку «Контроль», при этом срабатывает реле защиты, имеющее нормально замкнутые контакты в цепи питания катушки линейного контактора. При отсутствии замыканий на землю у потребителя устройство работает стабильно. При пробое фазы на корпус электроустановки или на землю во вторичной катушке наводится ЭДС, которая усиливается усилителем, вызывая срабатывание реле защиты.

Понижающие трансформаторы ИВ-4, ИВ-9, ИВ-10, ИВ-8 (табл. 10) работают на переменном токе и предназначены для преобразования напряжения 380/220 или 400/230 В в напряжение 36 или 220/127 В (мод. ИВ-8). Эти трансформаторы по исполнению являются стержневыми и состоят из магнитопровода, трех катушек, защитного кожуха и накладок с отверстиями для крепления к опоре. Подключение трансформаторов к электросети осуществляется при помощи кабеля $3 \times 1{,}5 + 1 \times 1$ мм^2, для выводов используется трехжильный кабель – $3 \times 2{,}5$ или 3×4 мм^2, а для мод. ИВ-8 – кабель $3 \times 2{,}5$ или $3 \times 1{,}5$ мм^2.

Технические характеристики соединений штепсельных трехполюсных

	ИЭ-990/А	ИЭ-990А-П
Род тока	Трехфазный	
Сила тока, А . .	10	25
Частота тока, Гц	50	200

	ИЭ-990/А	ИЭ-990А-П
Напряжение, В . .	380	42
Длина, мм . . .	170	
Диаметр, мм . .	70	
Масса, кг . . .	04	

10. Технические характеристики трансформаторов

Параметр	ИВ-4	ИВ-9	ИВ-10	ИВ-8
Мощность, кВт	1	1,5	0,5	1
Род тока	Переменный трехфазный			
Сила тока в обмотке низкого напряжения, А	16	8	8	2,6/4,5
Напряжение, В: первичное	380/220 или 400/230			
вторичное	36			220/127
Частота тока, Гц	50 или 60			
Схема соединения обмоток высокого напряжения	Звезда или треугольник			Звезда
Схема соединения обмоток низкого напряжения	Звезда			Звезда или треугольник
Охлаждение	Естественное, воздушное			
Габаритные размеры, мм: длина ширина высота	 376 234 350	 376 234 290	 376 234 290	 376 234 350
Масса, кг	30,5	24	24	31,5

Соединение штепсельное двухполюсное ИЭ-9903: число контактов фазовых – 2, защитных – 1; сила тока – 10 А; напряжение – 250 В; длина – 230 мм; диаметр – 48 мм; масса – 0,136 кг.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Технические характеристики **пневматических сверлильных машин** приведены в табл. 11.

11. Технические характеристики некоторых моделей пневматических сверлильных машин

Параметр	ИП-1019	ИП-1020	ИП-1024	ИП-1021	ИП-1022	ИП-1023*1	ИП-1016А	ИП-1103А*2
Диаметр сверла, мм	12	12	13	14	14	25	32	32
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	16 ± 1,6	16,6 ± 1,6	18,2	6,6 ± 0,6	16,6 ± 1,66	200 – 20	7,5	7,5
Глубина сверления, мм	–	–	–	–	–	220	–	–
Мощность на шпинделе, кВт	0,44	0,44	–	0,59	0,59	0,88	1,8	1,8
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Расход сжатого воздуха, $м^3$/мин	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,2	1,95	2,0
Габаритные размеры, мм:								
длина	200	200	252	290	290	550 – 690	380	395
ширина	53	53	58	56	56	133	160	96
высота	178	178	175	178	178	195	260	215
Масса, кг	1,7*3	1,7*3	2,8	2,55	2,6*4	5,3	8,3	7,5

*1 Для сверления по железобетону.
*2 Машина угловая.
*3 Без патрона.
*4 Без дополнительной рукоятки.

Машина ручная пневматическая резьбонарезная ИП-3403-А предназначена для нарезания резьб. Ниже приведены технические характеристики пневматических резьбонарезных машин:

Техническая характеристика ручной пневматической резьбонарезной машины ИП-3403А

Диаметр нарезаемой резьбы машинным метчиком, мм . . .	12
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	6/12
Давление сжатого воздуха, МПа	5
Габаритные размеры, мм	260 × 60 × 180
Масса (без патрона и дополнительной рукоятки), кг	2,5

Технические характеристики пневматических резьбонарезных машин

	ИП-3401	ИП-3403
Наибольший диаметр резьбы, мм	12	14
Частота вращения шпинделя на холостом ходу, $с^{-1}$:		
при правом вращении	4,6	2,5
при левом вращении	9,3	5
Крутящий момент на шпинделе, Н · м	20	47
Наибольшая мощность на шпинделе, кВт	0,59	0,66
Рабочее давление воздуха, МПа	0,6	0,6
Расход воздуха, $м^3$/мин	1	1,1
Диаметр воздухопроводного шланга в свету, мм	13	13
Габаритные размеры, мм	275 × 56 × 155	275 × 58 × 165
Масса, кг	2,1	2,55

Пневматические шлифовальные машины предназначены для шлифования металлических деталей, снятия заусенцев, зачистки сварных швов, подготовки кромок под сварку и т. п. Технические характеристики пневматических шлифовальных машин приведены в табл. 12.

Пневматические резьбозавертывающие машины предназначены для завинчивания и отвинчивания болтов и гаек. Технические характеристики пневматических резьбозавертывающих машин (гайковертов) приведены в табл. 13 и 14.

12. Технические характеристики пневматических шлифовальных машин

Параметр	ИП-2009А	ИП-2203	ИП-2019	ИП-2014А
Диаметр шлифовального круга, мм	63	125	150	150
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	201,6 – 20	16,3	127	85
Мощность на шпинделе, кВт	0,44	1,3	0,736	1,75
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5
Расход сжатого воздуха, $м^3$/мм	0,9	1,6	1,2	1,8
Габаритные размеры, мм:				
длина	440	330	567	590
ширина	74	210	120	164
высота	65	205	100	130
Масса, кг	1,9*	7,5	3,5*	5,7*

* Без шлифовального круга.

13. Технические характеристики некоторых моделей ударных резьбозавертывающих машин (гайковертов)

Параметр	ИП-3205А	ИП-3112А	ИП-3113А	ИП-3114	ИП-3115	ИП-3106А	ИП-3207А
Диаметр завинчиваемой резьбы, мм	27–36	14	18	20	48–52	27–36	14
Момент затяжки, Н·м	800–1250× ×1600	10	250	250–400	800–1250	800–1250	10
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Расход сжатого воздуха, м³/мин	1,05	0,6	0,7	0,9	1,6	1,05	0,6
Габаритные размеры, мм:							
длина	370	225	261	250	300	340	370
ширина	110	60	64	400	160	160	110
высота	195	173	75	25–40	330	250	195
Масса, кг	9,7*	2,2	2,7	4,5	14,5	9,2*	9,7

* Без сменной головки.

14. Технические характеристики пневматических гайковертов ударного действия

Модель	Момент затяжки, Н·м	Диаметр затягиваемых резьб, мм	Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$	Длина, мм	Масса, кг	Размеры приводного домкрата, дюймы
ИП-3112	10	14	1400	270	2,6	1/2
ИП-3207	10	14	1400	200	2,2	1/2
ИП-3113	18	25	6000	214	3,0	3/4
ИП-3205	80; 125 150	42	—	365	9,0	1
ИП-3106	60–150	30–42	—	390	9,5	1
ГПР-И-10	40	20	—	250	4,5	1
ГПР-И-12	125	33	—	450	120	1
ГПР-И-15	500	42–56	—	495	38	1 1/2
ГПР-И-16	1000	52–90	—	530	47	2
ГПУР-И-12	125	24	—	440	8,5	3/4
ГПУР-И-15	500	30–48	—	460	29	1 1/2
ГПУР-И-16	1000	39–90	—	535	49,5	2
ГПР-РИ-12	500	72	—	440	32	1 1/2
ГПР-РИ-13	800	85		490	31,5	2
ПГ-1	280	27–42	600	575	14	1 1/2
ПРГ-3	350	42–52	2500	450	36	1 1/2

Гайковерты ГПР-РИ-12, ГПР-РИ-13 предназначены для затяжки крупных резьбовых соединений. Эти модели различаются только габаритными размерами.

ГИДРОПРИВОДНЫЕ ГАЙКОВЕРТЫ

Гидроприводные гайковерты ударного действия предназначены для сборки-разборки резьбовых соединений крупных и сверхкрупных размеров. Гайковерты состоят из лопастного гидравлического двигателя, ударно-импульсного преобразователя и связанного с ним выходного шпинделя. Основное преимущество этих гайковертов перед пневматическими – большая мощность, широкий диапазон регулирования скорости и стабильная работа.

Технические характеристики гидроприводных гайковертов ударного действия приведены в табл. 15.

15. Технические характеристики гидроприводных гайковертов ударного действия (по данным Омскнефтеоргсинтеза)

Модель	Максимальный момент затяжки, Н·м	Диаметр затягиваемой резьбы, мм	Давление масла, МПа	Частота вращения, $с^{-1}$	Внутренний диаметр шланга, мм	Масса, кг
Г350	3500	60	6,5	25	14	14
Г650	6500	80	5,0		16	22
Г850	8500	90	6,5		16	27
Г2000	20000	100	6,5		18	44

РАЗВАЛЬЦОВОЧНЫЕ МАШИНЫ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ НОЖНИЦЫ

Пневматическая развальцовочная машина ИП-4801 предназначена для развальцовки концов труб диаметром до 2″ при монтаже трубопроводов, изготовлении котлов и различной аппаратуры в химической, нефтеперерабатывающей и в других отраслях промышленности.

Пневматическая развальцовочная машина ИП-4802 предназначена для развальцовки концов труб во фланцах при монтаже трубопроводов.

Технические характеристики развальцовочных машин

	ИП-4801	ИП-4802
Наибольший диаметр вальцуемых труб	2″	50 мм
Наибольший крутящий момент на шпинделе, Н·м	12,5	–
Частота вращения шпинделя, $с^{-1}$:		
на холостом ходу	–	340
под нагрузкой	–	200

	ИП-4801	ИП-4802
Мощность двигателя, кВт	0,9	1,32
Рабочее давление воздуха, МПа	0,6	0,5
Расход сжатого воздуха, м³/мин	2,5	–
Диаметр воздушного шланга в свету, мм	13	–
Внутренний конус Морзе шпинделя	№ 2	–
Габаритные размеры, мм	410 × 680 × 130	675 × 102 × 218
Масса, кг	13,9	10

Пневматические ножницы ИП-5401 предназначены для прямолинейной и фасонной резки листовой стали средней твердости и цветных металлов.

Техническая характеристика пневматических ножниц ИП-5401

Наибольшая толщина разрезаемого листа, мм:	
из стали средней твердости	2,5
из цветного металла	3,2
Производительность, м/мин	3,5
Наибольшая мощность двигателя, кВт	0,6
Рабочее давление воздуха, МПа	0,6
Расход воздуха, м³/мин	0,9
Число двойных ходов в минуту под нагрузкой	2000
Диаметр воздухопроводного шланга в свету, мм	13
Габаритные размеры, мм	220 × 86 × 160
Масса, кг	2,6

Техническая характеристика ручных пневматических ножевых ножниц ИП-5401А

Толщина разрезаемого листа, мм	2,5
Производительность, м/мин	2
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5
Расход сжатого воздуха, м³/мин	0,8
Габаритные размеры, мм	218 × 88 × 206
Масса, кг	2,9

Техническая характеристика ножниц ручных пневматических вырубных ИП-5502

Толщина разрезаемого листа, мм	2,5
Производительность, м/мин	1,2
Число двойных ходов (на холостом ходу в минуту)	1500 ± 300
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5
Расход сжатого воздуха, м³/мин	0,9
Габаритные размеры, мм	217 × 56 × 202
Масса, кг	3,2

МОЛОТКИ КЛЕПАЛЬНЫЕ, РУБИЛЬНЫЕ И ПОДДЕРЖКИ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ

Молоток 5КМ предназначен для клепки в узлах и агрегатах со свободным подходом к месту клепки, а молоток 5КМП – с ограниченным подходом.

Технические характеристики молотков

	5КМ	5КМП
Максимальный диаметр заклепок, мм:		
дуралюминиевых	5	
стальных	4	
Время расклепывания, с	2,5	3
Рабочее давление воздуха, МПа	0,5 – 0,6	
Расход воздуха, $м^3$/мин	5 – 6	
Число ударов в минуту	2200 – 2600	
Энергия удара, Дж	1,6	
Диаметр шланга, мм	13	
Полная длина, мм	210	145
Масса, кг	1,6	1,85

16. Технические характеристики пневматических клепальных молотков

Параметр	КЕ-16	КЕ-19	КЕ-22	КЕ-28	КЕ-32	КМ-1	КМ-3	КМ-5
Диаметр заклепки, мм	16	19	22	28	32	16	22	32
Число ударов, мин	1900	1500	1100	950	800	1800 – 1900	1100 – 1300	700 – 800
Ход ударника, мм	73	108	145	182	228	78	145	228
Мощность, кВт	0,62	0,62	0,64	0,66	0,69	0,62	0,64	0,73
Рабочее давление, МПа	0,5 – 0,6					0,55		
Расход воздуха, $м^3$/мин	1,0	1,1				0,8 – 0,9		
Энергия удара, Н · м	20	25	33	41	54	21	34	58
Диаметр шланга, мм	16							
Длина молотка, мм	309	361	411	461	511	310	450	510
Масса, кг	8	9	9,5	11	12	6	7	9

Технические характеристики пневматических клепальных молотков приведены в табл. 16, а рубильных молотков в табл. 17.

Поддержки пневматические (табл. 18) для упора стержня заклепки при клепальных работах пневматическим молотком изготовляются двух типов: продолговатые – для работы в удобных местах и укороченные – для работы в неудобных местах.

17. Технические характеристики пневматических рубильных молотков

Модель	Вид работы			Число ударов в минуту	Энергия удара, Дж	Расход воздуха, м³/мин
	Чеканка	Обрубка	Клепка (диаметр заклепки, мм)			
РМ-1	Легкая	Легкая	До 12	2400	8	0,5 – 0,6
РМ-2	–	–	–	1800	12	
РМ-3	Тяжелая	Средняя	До 12	1500	16	
РМ-4	–	–	–	1200	22	
РМ-5	–	Тяжелая	До 14	1000	26	
РБ-45	Легкая	Легкая	–	2200	11	0,55 – 0,65
РБ-49	Средняя	–	–	1700	14	
РБ-54	Тяжелая	Средняя	–	1400	16	
РБ-58	–	–	До 8	1200	24	
РБ-63	–	Тяжелая	До 12	1000	26	
Р-3	Тяжелая	Средняя	–	1600	16	0,6 – 0,8
МС*	Легкая	Легкая	–	2800 – 3000	1,5 – 2,2	0,3

Модель	Длина молотка, мм	Масса молотка, кг	Размеры ударника, мм		Ход, мм	Масса ударника, кг
			Диаметр	Длина		
РМ-1	300	4,8	28	50	61	0,2
РМ-2	335	5,2		70	77	0,3
РМ-3	377	5,7		90	99	0,4
РМ-4	417	6,2		105	124	0,47
РМ-5	447	6,5		120	139	0,54
РБ-45	319	4,5	28	50	61	0,2
РБ-49	355	4,9		70	77	0,3
РБ-54	397	5,4		90	99	0,4
РБ-58	437	5,8		105	124	0,47
РБ-63	467	6,3		120	139	0,54
Р-3	400	5,8	–	–	–	–
МС*	250	–	–	–	–	–

* Для зачистки сварных швов.

Примечание. Рабочее давление воздуха 0,5 МПа, диаметр шланга 13 мм.

18. Технические характеристики пневматических поддержек

Параметр	Длинные поддержки			Укороченные поддержки		
	А-14	П-80	И-70	Д-5	ПТ-80	И-48
Диаметр заклепки, мм	30		32	30		32
Усилие на поршне, Н	3000		3500	3000		3700
Ход поршня, мм	100		110	30		77
Диаметр поршня, мм	–	80	90	–	80	90
Длина поддержки без вставного инструмента, мм	365	330	230	122	135	260
Масса, кг	12	10,8	8	5,1	6,2	8

КОМПРЕССОРЫ ДЛЯ ПНЕВМОИНСТРУМЕНТА

Компрессоры СО-62 (С-1017), СО-7 (О-38Б), СО-2 (О-16Б) предназначены для нагнетания сжатого воздуха, необходимого для питания пневматического инструмента и окрасочной аппаратуры.

Поршневые двухцилиндровые одноступенчатые компрессоры с воздушным охлаждением цилиндров состоят из следующих узлов: компрессора, воздухоочистителя, ресивера, водомаслоотделителя, регулятора давления, предохранительного клапана, электродвигателя и ограждения. Поршни приводятся в движение от электродвигателя через клиноременную передачу, коленчатый вал и шатуны. Все узлы компрессора, включая колеса для передвижения, упор и поручень, смонтированы на ресивере. Технические характеристики компрессоров приведены в табл. 19.

19. Технические характеристики компрессоров

Параметр	СО-62	СО-7	СО-2
Производительность, м^3/г	30	28 – 30	30
Рабочее давление, МПа	0,6	0,7	0,4
Число цилиндров, шт.		2	
Частота вращения коленчатого вала, с$^{-1}$	25	14	13,3
Электродвигатель:			
тип		А-51-4	
частота вращения ротора, с$^{-1}$	24		23,7
род тока		Переменный, трехфазный	
напряжение, В		380/220	
частота тока, Гц		50	
Габаритные размеры, мм	900 × 580 × × 700	1230 × 492 × × 785	1230 × 454 × × 770
Масса, кг	160	185	154

ТРУБООТРЕЗНЫЕ, ТРУБОНАРЕЗНЫЕ И ТРУБОГИБОЧНЫЕ СТАНКИ

Для изготовления трубопроводов применяют трубонарезные, труборезные и трубогибочные станки, технические характеристики которых приведены в табл. 20–23.

В трубогибочных станках, для нагрева труб могут быть применены токи высокой частоты. Параметры таких станков приведены в табл. 24.

20. Технические характеристики трубонарезных станков

Параметр	С-225	ВМС-2Б	5Д07	ВМС-4
Диаметр нарезаемой резьбы:				
трубной, дюймы	1/2–3	1/2–2 1/2	1/4–1 1/4	1/2–2
метрической, мм	–	14–15	10–39	–
Наибольший шаг, мм, нарезаемой метрической резьбы для диаметров:	2,5	–	–	–
14–48 мм	–	3	–	–
48–76 мм	–	2,5	–	–
Производительность при нарезке коротких резьб, шт/ч	–	220	500	220
Максимальная длина нарезки, мм	–	120	320	120
Количество скоростей шпинделя	4	4	6	2
Частота вращения, $с^{-1}$	0,5; 0,9; 1,1; 1,8	1; 1,7; 2,2; 3,6	1,0; 1,5; 2; 3; 4,2; 5,9	6,6; 10
Диаметр внутреннего отверстия головки, мм	79	79	45	–
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	–	45	49	–
Давление воздуха пневмосети, МПа	–	0,4	0,8*	0,4
Электродвигатель:				
мощность, кВт	2,2	2,8	3	3
частота вращения ротора, $с^{-1}$	2,5	23	23,6	12,5
Габаритные размеры, мм	1425 × × 700 × 1160	1560 × × 750 × 1160	1500 × × 726 × 1140	1030 × × 700 × 1080
Масса, кг	780	600	1150	580

* Давление масла в масляной системе.

Примечание. Станок ВМС-4 предназначен для накатывания трубной резьбы плашками НПТ завода «Фрезер».

21. Техническая характеристика труботрезных станков

Параметр	ПТВ-16-28	ПТВ-32-60	ПТВ-76-108	2Т-194	2Т-299
Диаметр отрезаемых труб, мм	16–28	32–60	76–108	133–194	219–299
Толщина стенки отрезаемой трубы, мм	До 8	До 10	До 10	До 38	До 38
Привод-электродвигатель	С-581	С-581	АП33-А	АОЛ41-4	АОЛ41-4
Частота вращения планшайбы, $с^{-1}$	1,1	1	0,75	0,45	0,34
Габаритные размеры, мм	116 × 200 × 600	122 × 270 × 690	122 × 220 × 640	780 × 780 × 720	926 × 926 × 739
Масса, кг	11	17,9	15,5	191	190

22. Техническая характеристика трубогибочных станков

Параметр	С-288	С-240	СТГ-2	ИО-10	ИО-13	ВМС-24	ТГС-38-159
Диаметр изгибаемых труб, мм	25–76	25–76	32–76	32–76	75–200	102–219	38–159
Радиус гиба, мм	100–275	100–225	70–250	105–275	210–600	400–900	275–6500
Угол изгиба, градусы	До 180	До 180	До 220	До 180	До 180	До 180	90; 180
Производительность, шт/ч	45–50	90	90	75	4–7 (на I–III скорости); 13–16 (на V–VII скорости)	4–5	5–6
Масса, кг	1650	1230	1600	1460	12000	9572	14100

23. Техническая характеристика трубоотрезных станков

Параметр	ВМС-32	ВМС-35	ВМС-37
Диаметр отрезаемых труб, мм	15 – 70	15 – 70	15 – 50
Диаметр режущего диска, мм	160	160	72
Частота вращения, $с^{-1}$	3	3,2	12*[1]
Электродвигатель:			
мощность, кВт	1	1	1,5
частота вращения ротора, $с^{-1}$	15	15	25
Время резки трубы, с	3 – 5	—	—
Число резов труб в час	90 – 120	150	50 – 60
Габаритные размеры, мм	7850*[2] × × 845 × 1190	6362*[2] × × 950 × 1190	655 × × 570 × 1220
Масса, кг	350	380	345

*[1] Число оборотов головки.
*[2] Длина со стойками.

24. Техническая характеристика трубогибочных станков с нагревом труб токами высокой частоты

Параметр	Модель станка				
	52-012А-ВПТИ	52-013-ВПТИ	Гипростроймеханизации	треста Союзпроммонтаж	
Диаметры изгибаемых труб, мм	95 – 299	127 – 426	95 – 299	До 299	До 426
Наибольшая толщина стенки трубы, мм	10 (для диаметра 299 мм)	25 (для диаметра 426 мм)	10 (для диаметра 299 мм)	20 (для диаметра 299 мм)	12 (для диаметра 426 мм)
Радиус изгиба трубы, мм:					
наименьший	1,5 $D_н$*	1,5 $D_н$	1,5 $D_н$	3 $D_н$	3 $D_н$
наибольший	Неограниченный	Неограниченный	Неограниченный	5 $D_н$	5 $D_н$
Масса, станка, кг	4570	12000	4900	—	—

* Наружный диаметр трубы.

Глава 7

СЛЕСАРНЫЕ РАБОТЫ

Опиливание, сверление и другие слесарные работы выполняют при ремонте и ревизии оборудования, монтаже металлоконструкций и трубопроводов. При монтаже оборудования такие работы производят при исправлении дефектов и недоделок завода-изготовителя.

РАЗМЕТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

Нанесение специальным инструментом на подготовленную поверхность изделия (табл. 1) рисок и керновых точек называется разметкой.

Выбор базы. Разметку начинают с выбора исходной базы, т. е. той поверхности, по отношению к которой будут определены положения других поверхностей, подлежащих обработке. Обычно за базу принимают поверхность, которая служит базой для всех последующих операций.

Плоскостная разметка. Приемы плоскостной разметки подобны приемам черчения. Геометрические построения и вычерчивание рисок на поверхности изделий проводят соответствующими инструментами — чертилкой, циркулем, линейкой, угольником и др.

Для сохранения следов рисок до конца обработки вдоль них наносят небольшие углубления керном. Рядом с разметочной риской на рас-

1. Подготовка поверхности под разметку

Очистка		Вид покрытия		
под окраску	под покрытие раствором медного купороса	Мел	Раствор медного купороса	Спиртовой лак
Стальными скребками и металлическими щетками; обезжиривание в растворе едкого натра или каустической соды (100 г на 1 л воды)		а) Раствор мела (на 8 л воды 1 кг мела и 50 г столярного клея) б) Обыкновенный сухой мел	Три полные чайные ложки медного купороса на один стакан воды	а) Раствор шеллака в спирте с добавлением фуксина б) Быстросохнущий черный лак

стоянии 5–10 мм наносят контрольную риску. Для часто выполняемых контуров изготовляют шаблоны из картона, фанеры, дерева и листовой стали.

Перенос (копирование) размеров с шаблона на рядовые детали называют наметкой.

Разметку листов для резервуарных и котельных конструкций проводят по разверткам на плоских листах. Расчет и нанесение размеров изогнутых деталей ведут по нейтральной поверхности, размеры которой не изменяются после изгиба листа.

Объемная разметка. Изделие устанавливают на разметочной плите при помощи призм, подкладок, клиньев, а также домкратов так, чтобы базовая поверхность или одна из главных осей симметрии изделия была параллельна плоскости разметочной плиты. Положение изделия проверяют в нескольких точках и затем наносят все горизонтальные риски рейсмусом с чертилкой, устанавливая чертилку на каждый размер по высотомеру.

Разметка вертикальных рисок может быть проведена одним из следующих приемов:

1. При помощи разметочного угольника проводят чертилкой вертикальную риску, если к поверхности изделия можно плотно приставить угольник с широкой полкой («пяткой»), стоящей на разметочной плите.

2. После разметки всех горизонтальных рисок изделие поворачивают на 90° вокруг горизонтальной оси и вновь выверяют его положение, используя угольник с широкой полкой. Все горизонтальные риски, нанесенные на изделие, занимают при этом вертикальное положение. В этом положении при помощи рейсмуса проводят горизонтальные риски, перпендикулярные к рискам, проведенным в первом положении.

3. Вертикальные риски наносят рейсмусом от двух разметочных ящиков, установленных на разметочной плите, без поворота изделий. Работу выполняют в следующей последовательности: сначала наносят горизонтальные риски рейсмусом от плиты, затем вертикальные — чертилкой, устанавливая основание рейсмуса поочередно на один из ящиков.

4. Наклонные риски наносят чертилкой по малке или угломеру, установленному от разметочной плиты, либо при помощи рейсмуса от плиты, наклоняя изделие по отношению к разметочной плите на заданный угол. Центры окружностей определяют с помощью центроискателей или путем геометрических построений — засечками от окружности в трех или четырех точках с дальнейшим уточнением центровой точки на глаз.

Разметка по месту. Сущность разметки по месту, применяемой при сборке машин, заключается в нанесении центров отверстий под болты и шпильки через готовые отверстия одной детали на поверхности сопрягаемой детали. При таком способе разметки отверстия на сопряженных деталях точно совпадут и не потребуется дополнительной пригонки.

РЕЗКА, ОБРУБКА, ОПИЛИВАНИЕ И ЗАЧИСТКА МЕТАЛЛА

Резка. Прямолинейная резка листовой, полосовой и универсальной стали толщиной до 25 мм, а иногда и до 40 мм проводится на пресс-ножницах, гильотинных и дисковых ножницах, криволинейная – только на дисковых ножницах. Резку сортового металла ведут на отрезных станках, круглых пилах, приводных ножовках, угловых ножницах и т. п. Для резки тонких листов применяют обыкновенные ручные ножницы, а также ручные рычажные (типа ВМС-101), трещоточные и электрические ножницы. Перерезание вручную полосовой, круглой, угловой или другой стали проводят в тисках, труб – в прижимах. Для резки труб небольшого диаметра применяют ручные ножовки, для резки труб больших диаметров – труборезки. Трубу закрепляют в прижиме так, чтобы место реза было близко к прижиму; при резке необходимо следить за тем, чтобы полотно ножовки находилось в середине прорези в щеках прижима.

При работе труборезом место реза смазывают индустриальным маслом или мыльной водой. Обрез трубы должен быть чистым без внешних и внутренних заусенцев, под прямым углом к оси трубы. Резку труб механическим способом осуществляют на переносных и стационарных станках и приспособлениях, газопламенным способом – с применением труборезов марки ТР-1, ТР-2 и полуавтоматов.

Обрубка. При сборке обрубка металла проводится в тех случаях, когда не требуется высокая точность обработки (в пределах 0,25 – 0,5 мм), и выполняется ручным зубилом, крейцмейселем, слесарным молотком или специальным рубильным молотком со вставным зубилом. Зубило устанавливают так, чтобы задний угол не превышал 5°.

Углы заострения у зубил и крейцмейселей в зависимости от обрабатываемого материала имеют следующие значения:

	Угол заострения, градус
Чугун, твердая сталь, твердая бронза	70
Сталь мягкая и средней твердости	60
Латунь, медь	45
Алюминиевые сплавы	35

Слесарный молоток выбирают по весу в зависимости от размеров зубила и толщины снимаемой стружки. Принято снимать стружку толщиной 1 – 2 мм, массу молотка принимать из расчета 40 г на 1 мм ширины лезвия зубила или 80 г на 1 мм ширины лезвия крейцмейселя.

При обрубке широких плоскостей рекомендуется сначала прорубить канавки крейцмейселем, а затем срубить зубилом оставшийся между канавками металл. При обрубке вязких металлов (сталь или медь) рекомендуется смазывать лезвие зубила салом, машинным маслом или мыльной водой.

Обрубку чугунных деталей проводят без смазывания. При массивных заготовках и везде, где это возможно, обрубку заменяют газовой резкой или применяют пневматические молотки.

Опиливание. При сборке машин выполняют следующие разновидности опиловочных работ:

1. Опиливание опорных поверхностей фундаментных рам и плит, станин, корпусов редукторов, подшипников и других деталей для обеспечения плотного и правильного их прилегания к сопрягаемой поверхности. Проверка прилегания осуществляется плитой при пробе на краску или щупом. Величина допускаемого зазора между сопрягаемыми поверхностями не должна превышать 0,05 мм.

2. Опиливание поверхностей деталей, сопрягаемых между собой через мягкую прокладку (крышки, заглушки и т. п.). Проверка плотности прилегания осуществляется плитой при пробе на краску и щупом. Величина зазора между сопрягаемыми поверхностями меньше 0,1 мм.

3. Опиливание поверхностей деталей – снятие всех неровностей, забоин, заусенцев и других дефектов с целью отделки и придания им товарного вида. Различают опиливание грубое, когда удаляют слой металла более 0,2 мм, и тонкое, когда слой снимаемого металла не превышает 0,1 мм. Для грубого опиливания применяют напильники с насечками № 0 и 1 (число основных насечек 4,5–14), для чистового опиливания – с насечками № 2 и 3 (8,5–28 насечек), для окончательной отделки – с насечками № 4 и 5 (20–56 насечек).

Средние нормы толщины слоя металла, снимаемого за одно рабочее движение инструментом, и нормы точности опиливания приведены в табл. 2.

2. Средние нормы точности опиливания

Номер насечки напильника	Снимаемый слой металла, мм	Средние отклонения, мм		Припуск на обработку, мм
		от прямолинейности или плоскостности	от заданного размера	
0, 1	0,05 – 0,1	0,15 – 0,2	0,2 – 0,3	0,5 – 1
2, 3	0,02 – 0,06	0,03 – 0,06	0,05 – 0,1	0,15 – 0,3
4, 5	–	0,01 – 0,02	0,02 – 0,05	0,06 – 0,1

Для получения ровной поверхности необходимо перекрещивать направление опиливания и проверять припиливаемую поверхность пробой на краску, щупом или на свет, прикладывая в различных местах линейку. При опиливании двух плоскостей под углом сначала опиливают одну плоскость, а затем другую, проверяя угол ее расположения относительно первой угольником. Для предохранения напильника от забивания стружкой его смачивают маслом (при опиливании мягкой и вязкой стали) или натирают стеарином (при опиливании алюминия и алюминиевых сплавов). В процессе опиливания необходимо напильники очищать стальной щеткой.

Примером применения опиловочных работ является работа, проводимая при установке вкладышей в корпус разъемного подшипника скольжения, когда необходимо плотное прилегание крышки к основанию, что придает вкладышам жесткость, стабильность положения всех

участков их поверхностей. В основание подшипника, поверхность которого смазана тонким слоем краски (берлинской лазури, голландской сажи), устанавливают вкладыш и поворачивают его 3–4 раза на угол 20–30° в двух направлениях. По следам краски, оставшимся на вкладыше, судят о точности прилегания.

Зачистка. Обнаруженные очаги коррозии на поверхности деталей из черных металлов удаляют мелкой шлифовальной шкуркой (ГОСТ 6456–75), пропитанной индустриальным маслом марки 12 или 20, на поверхностях из цветных металлов – тонким порошком пемзы или шлифовальной шкуркой, смоченной бензином-растворителем или трансформаторным маслом (ГОСТ 982–80). С поверхностей, имеющих низкие значения параметра шероховатости, коррозию снимают тонкой (7–10 мкм) пастой ГОИ (ГОСТ 3276–74), растертой с индустриальным маслом марки 12 или 20 при соотношении массовых частей 1 : 1, либо тонким сукном с нанесенным на него слоем (толщиной 7 мкм) пасты ГОИ. Шероховатость поверхности после зачистки должна соответствовать заданной в чертеже.

После механического удаления коррозии поверхность промывают бензином или бензином-растворителем, тщательно протирают салфетками, промывают в холодной воде, а затем в горячем растворе: 2% нитрата натрия, 0,3% кальцинированной соды и остальное вода.

СВЕРЛЕНИЕ, ЗЕНКЕРОВАНИЕ, РАЗВЕРТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Сверление. Величина угла 2φ при вершине сверла (рис. 1) в значительной степени влияет на работу сверла; ее рекомендуется выбирать в зависимости от обрабатываемого материала.

	Угол при вершине сверла, ...°
Сталь, чугун, твердая бронза	116 – 118
Латунь, мягкая бронза	130
Алюминий, силумин, баббит	140
Красная медь	125
Эбонит, целлулоид	85 – 90

Угол наклона ψ поперечной кромки для сверл диаметром до 12 мм равен 50°, для сверл диаметром свыше 12 мм – 55°. Угол наклона винтовой канавки ω выбирают в зависимости от диаметра сверла (табл. 3). Предельное отклонение этого угла ± 2°. При заточке сверл необходимо соблюдать заданные величины углов 2φ, ψ и заднего угла α для точек режущей кромки у периферии и у сердцевины.

В зависимости от обрабатываемого материала применяют сверла, изготовленные из инструментальной стали следующих марок:

	Марка стали
Сталь ($HB \leqslant 230$, временное сопротивление менее 812 МПа) и чугун ($HB \leqslant 220$)	Р9, 9ХС
Сталь ($HB > 230$, временное сопротивление более 812 МПа) и чугун ($HB > 230$)	Р18, Р9

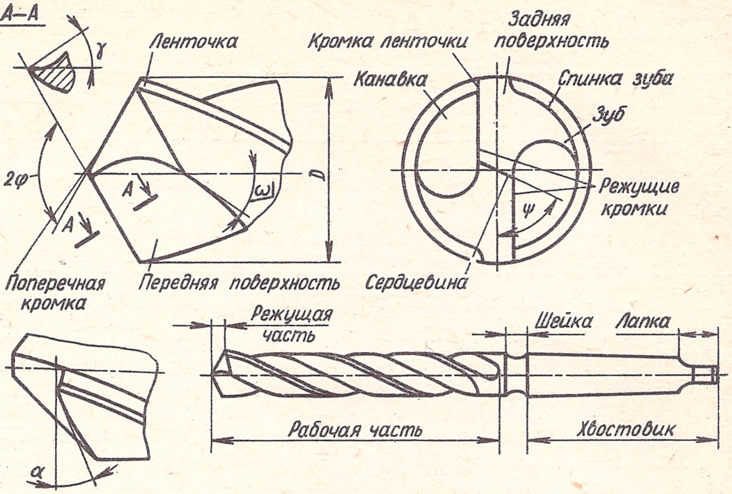


Рис. 1. Форма заточки и элементы сверла:

2φ – угол при вершине; α – задний угол; γ – передний угол; ψ – угол наклона поперечной кромки; ω – угол наклона винтовой канавки

3. Зависимость углов наклона винтовой канавки от диаметра сверла

Диаметр сверла, мм	0,25–0,35	0,4–0,45	0,5–0,7	0,75–0,95	1,0–1,9	2,0–2,9	3–3,4	3,5–4,4	6,5–8,4	8,5–9,9	10–80
Угол наклона винтовой канавки, град.	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	30

Отверстия в деталях сверлят и рассверливают на вертикальных и радиально-сверлильных станках, переносных радиально-сверлильных и расточных станках, при помощи ручных пневматических или электрических сверлильных машин и в исключительных случаях – трещотками. Пользоваться ручными дрелями не рекомендуется, так как вследствие дрожания руки получается «разбитое» (больших размеров) отверстие. При сверлении отверстий под углом или сверлении глубоких отверстий применяют различные насадки, закрепленные на ручных сверлильных машинах.

Сверлят преимущественно спиральными сверлами. С увеличением диаметра сверла усилие подачи возрастает, поэтому отверстия диаметром свыше 30 мм обычно сверлят сначала сверлом 20 мм, а затем рассверливают вторым сверлом до требуемого диаметра. При работе

4. Точность обработки отверстий в сплошном материале в зависимости от вида инструмента

Размеры, мм

Номинальный диаметр отверстия	Квалитет 7				Квалитет 8			Квалитет 11		Квалитет 12
	Сверло	Получистовой зенкер	Черновая развертка	Чистовая развертка	Сверло	Получистовой зенкер	Развертка	Сверло	Получистовой зенкер, развертка	Сверло
3,0	2,9	–	2,97	3*H*7	2,9	–	3*H*8	2,9	3*H*11	3*H*12
3,5	3,4	–	3,46	3,5*H*7	3,4	–	3,5*H*8	3,4	3,5*H*11	3,5*H*12
4,0	3,9	–	3,96	4*H*7	3,9	–	4*H*8	3,9	4*H*11	4*H*12
4,5	4,2	–	4,46	4,5*H*7	4,2	–	4,5*H*8	4,2	4,5*H*11	4,5*H*12
5	4,8	–	4,96	5*H*7	4,8	–	5*H*8	4,8	5*H*11	5*H*12
6	5,8	–	5,96	6*H*7	5,8	–	6*H*8	5,8	6*H*11	6*H*12
7	6,7	–	6,95	7*H*7	6,7	–	7*H*8	6,7	7*H*11	7*H*12
8	7,8	–	7,95	8*H*7	7,8	–	8*H*8	7,8	8*H*11	8*H*12
9	8,7	–	8,95	9*H*7	8,7	–	9*H*8	8,7	9*H*11	9*H*12
10	9,7	–	9,95	10*H*7	9,7	–	10*H*8	9,7	10*H*11	10*H*12
11	10,7	–	10,94	11*H*7	10,7	–	11*H*8	10,7	11*H*11	11*H*12
12	10,7	11,82	11,94	12*H*7	10,7	11,82	12*H*8	10,7	12*H*11	12*H*12
13	11,7	12,82	12,94	13*H*7	11,7	12,82	13*H*8	11,7	13*H*11	13*H*12
14	12,7	13,82	13,94	14*H*7	12,7	13,82	14*H*8	12,7	14*H*11	14*H*12
15	13,7	14,82	14,94	15*H*7	13,7	14,82	15*H*8	13,7	15*H*11	15*H*12
16	14,25	15,82	15,94	16*H*7	14,25	15,82	16*H*8	14,25	16*H*11	16*H*12
17	15,25	16,82	16,94	17*H*7	15,25	16,82	17*H*8	15,25	17*H*11	17*H*12
18	16,25	17,82	17,94	18*H*7	16,25	17,82	18*H*8	16,25	18*H*11	18*H*12
19	16,5	18,75	18,93	19*H*7	16,5	18,75	19*H*8	16,5	19*H*11	19*H*12
20	17,5	19,75	19,93	20*H*7	17,5	19,75	20*H*8	17,5	20*H*11	20*H*12
21	18,5	20,75	20,93	21*H*7	18,5	20,75	21*H*8	18,5	21*H*11	21*H*12
22	19,5	21,75	21,93	22*H*7	19,5	21,75	22*H*8	19,5	22*H*11	22*H*12
23	20,5	22,75	22,93	23*H*7	20,5	22,75	23*H*8	20,5	23*H*11	23*H*12
24	21,5	23,75	23,93	24*H*7	21,5	23,75	24*H*8	21,5	24*H*11	24*H*12
25	22,5	24,75	24,93	25*H*7	22,5	24,75	25*H*8	22,5	25*H*11	25*H*12
26	23,5	25,75	25,93	26*H*7	23,5	25,75	26*H*8	23,5	26*H*11	26*H*12
28	25,5	27,75	27,93	28*H*7	25,5	27,75	28*H*8	25,5	28*H*11	28*H*12

ручными пневматическими или электрическими машинами не рекомендуется давать сверлу большую подачу, т. е. сильно нажимать на него. При сверлении глубоких отверстий сверло следует чаще вынимать для очистки его от стружки.

При сверлении стали, латуни и легких сплавов рекомендуется применять смазочно-охлаждающие жидкости, обеспечивающие повышение стойкости инструмента, улучшение чистоты поверхности, снижение усилия резания, облегчение удаления стружки.

Сверление отверстий проводят по разметке и по кондукторам. Точность обработки (табл. 4) по разметке соответствует квалитету 12,

5. Диаметры сквозных отверстий под болты, винты, шпильки и заклепки, мм

Диаметр стержней крепежных деталей	Диаметр сквозных отверстий			Диаметр стержней крепежных деталей	Диаметр сквозных отверстий		
	1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд		1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд
2,5	2,7	2,9	3,1	20,0	21,0	22,0	24,0
3,0	3,2	3,4	3,6	22,0	23,0	24,0	26,0
4,0	4,3	4,5	4,8	24,0	25,0	26,0	28,0
5,0	5,3	5,5	5,8	27,0	28,0	30,0	32,0
6,0	6,4	6,6	7,0	30,0	31,0	33,0	35,0
7,0	7,4	7,6	8,0	33,0	34,0	36,0	38,0
8,0	8,4	9,0	10,0	36,0	37,0	39,0	42,0
10,0	10,5	11,0	12,0	39,0	40,0	42,0	45,0
12,0	13,0	14,0	15,0	42,0	43,0	45,0	48,0
14,0	15,0	16,0	17,0	45,0	46,0	48,0	52,0
16,0	17,0	18,0	19,0	48,0	50,0	52,0	56,0
18,0	19,0	20,0	21,0	52,0	54,0	56,0	62,0

Примечания: 1. Не допускается применять 3-й ряд отверстий для заклепочных соединений.

2. Предельные отклонения диаметров отверстий для первого ряда – по *H*12, для 2-го и 3-го рядов – по *H*14.

а при сверлении по кондуктору – квалитету 11. Обработку отверстий при сборке, как правило, осуществляют по разметке по месту или сверлят отверстия в нескольких деталях (отверстия под винты, штифты или отверстия для смазывания).

В табл. 5 приведены диаметры сквозных отверстий под болты, винты, шпильки и заклепки, а в табл. 6 – рекомендации по выбору рядов сквозных отверстий.

Часто на сборке (рис. 2) приходится сверлить отверстия в детали *1*, используя отверстия, просверленные в сопрягаемой детали (контрдетали) *2* (рис. 2, *а*). Это вызывает смещение осей отверстий в детали *1* по отношению осей отверстий в контрдетали на величину *e*. После нарезания резьбы и сборки узла при завертывании болтов нередко происходит смятие резьбы о поверхность отверстий контрдетали. Болты в этом случае бракуются, а смещенные отверстия исправляются путем их заваривания и нового сверления резьбы.

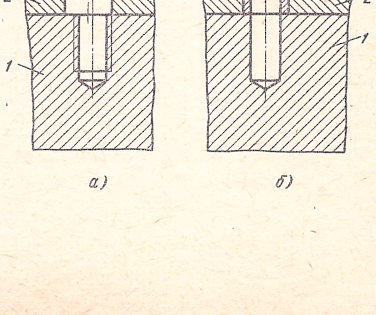
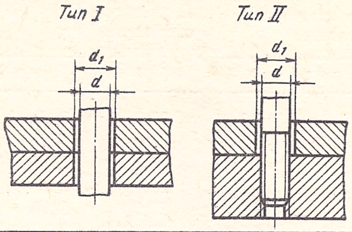


Рис. 2. Сверление отверстий по сопрягаемой детали:
а – без кондукторной втулки; *б* – с кондукторной втулкой

6. Рекомендации по выбору рядов сквозных отверстий



Способ образования отверстий	Тип соединения	Ряд отверстий
Обработка отверстий по кондукторам	I и II	1-й
Пробивка отверстий штампами повышенной точности, литье под давлением и литье по выплавляемым моделям повышенной точности	I	
	II	2-й
Обработка отверстий по разметке, пробивка штампами обычной точности, литье нормальной точности	I	2-й
	II	3-й

Несобираемость болтов легко устраняется, если в процессе сверления отверстий под резьбу использовать кондукторную втулку, вставляемую в отверстие контрдетали (рис. 2,*б*).

Диаметр сверла при обработке отверстий под конические штифты берется равным наименьшему диаметру штифта.

Зенкерование. Для повышения точности сверления отверстий применяют зенкеры (рис. 3). Зенкерованием достигается точность обработки

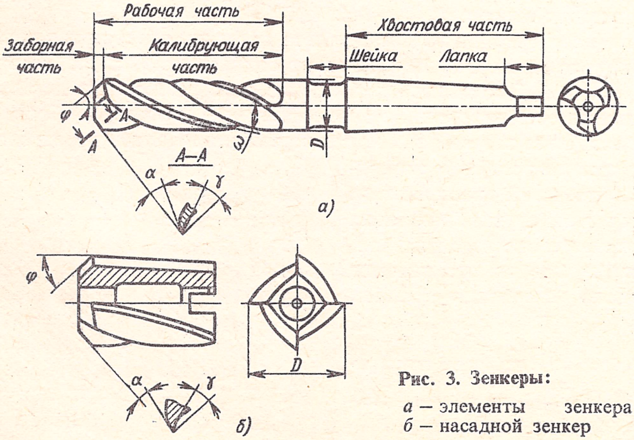


Рис. 3. Зенкеры:

а — элементы зенкера; *б* — насадной зенкер

отверстия, соответствующая квалитетам 11, 12. Зенкеры применяют также для обработки черновых отверстий, так как зенкер при работе по корке более устойчив, чем сверло; для обработки цилиндрических и конусных углублений с плоским дном и для подрезки торцовых поверхностей приливов (бобышек).

Зенкеры имеют три или четыре режущих зуба. В зависимости от обрабатываемого материала применяют зенкеры, изготовленные из инструментальной стали следующих марок:

	Марка стали
Сталь (*НВ* ⩽ 230, временное сопротивление менее или равно 812 МПа)	Р9, 9ХС
Сталь (**НВ** > 230, временное сопротивление более 812 МПа) . . .	Р9
Чугун (**НВ** ⩽ 230)	9ХС
Чугун (**НВ** > 230)	Р9

При этом рекомендуется использовать зенкеры со следующими значениями величин передних углов:

	Величина переднего угла, ...°
Сталь средней твердости, отливки стальные	12
Мягкая сталь	15 – 20
Чугун средней твердости	6 – 8
Твердая сталь и чугун	5 – 0

Угол φ при вершине зенкера для обработки стали равен 60°, чугуна – 45–60°. Угол наклона винтовой канавки зенкера универсального назначения ω равен 10–30°, а для обработки чугуна – 0.

Торцовые поверхности бобышек подрезают цековками (рис. 4). При цековании зенкером открытой торцовой поверхности отверстия с ручной подачей для надежного ограничения длины зенкерования рекомендуется на хвостовике зенкера нарезать резьбу и навернуть на него упорную гайку с контргайкой. При цековании закрытых торцов работу выполняют в следующем порядке (рис. 5): рабочий конец направляющей оправки зенкера пропускают сквозь просверленное отверстие в верхней стенке детали, затем сквозь посадочное отверстие в зенкере, после чего вставляют в отверстие нижней стенки детали; закрепляют

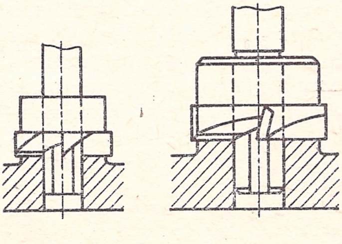


Рис. 4. Цековки для обработки поверхностей бобышек

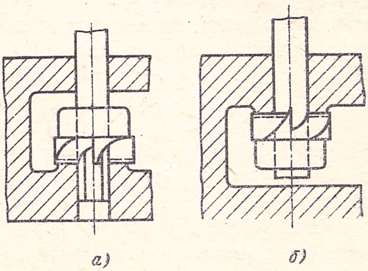


Рис. 5. Цекование закрытых торцов

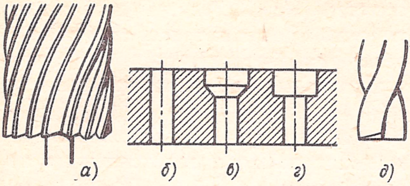


Рис. 6. Зенкование углубления под цилиндрическую потайную головку винта

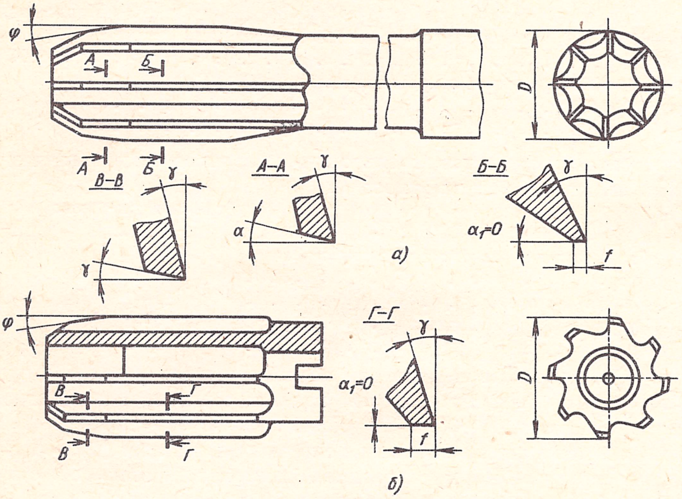


Рис. 7. Геометрические параметры режущей части разверток:

а – цельная развертка; *б* – насадная развертка

зенкер на оправке имеющимся зажимом и обрабатывают торец до требуемой величины (рис. 5, *а*); цекуют закрытую поверхность, обращенную вниз, как показано на рис. 5, *б*.

При цековании углублений под потайные головки винтов спиральным сверлом его предварительно перетачивают до образования угла при вершине $2\varphi = 90°$. При обнаружении на поверхности прозенкованного углубления огранки, необходимо уменьшить задний угол сверла. Использование цилиндрических зенковок (рис. 6, *а*) позволяет выполнить операцию в один переход. Зенкование углублений под цилиндрические головки винтов спиральными сверлами ведут в два перехода. Вначале отверстие (рис. 6, *б*) рассверливают сверлом с нормальной заточкой до требуемого диаметра (рис. 6, *в*), а затем обрабатывают до нужной формы и размеров (рис. 6, *г*) сверлом, заточенным плоско (рис. 6, *д*).

Для зачистки торцовых поверхностей цековки применяют в тех случаях, когда эти поверхности трудно обработать на станках.

Шероховатость торцовой поверхности и ее перпендикулярность к оси отверстия обычно проверяют пробой на краску по калибру.

Развертывание. Для получения точных отверстий, предварительно обработанных сверлом, применяют развертки (рис. 7). Развертками можно получить отверстие с полем допуска из квалитетов 7, 8. Окончательным развертыванием достигают значении параметра шероховатости поверхности *Ra* 5,0 – 1,0 мкм, а в некоторых случаях *Ra* 0,63 – 0,32 мкм. Применяемые при сборке развертки по конструкции подразделяются на цельные, регулируемые и со вставными зубьями. В зависимости от формы зуба различают развертки с прямыми и спиральными зубьями. Стандартные цельные развертки имеют от 6 до 12 зубьев. Для получения меньшей шероховатости поверхности стандартные развертки делают с неравномерным шагом. В зависимости от материала и характера отверстий угол при вершине для ручных и машинных разверток выбирают следующий:

	Для сквозных отверстий	Для глухих отверстий
Ручные для всех материалов	1 – 1°30′	45°
Машинные:		
для хрупких и твердых материалов	3 – 5°	60° (для всех материалов)
для вязких материалов	12 – 15°	

Калибрующая часть развертки направляется и центрируется отверстием, обеспечивает ему требуемую точность и шероховатость поверхности. Для этого на развертке имеется ленточка, ширина которой в зависимости от размера развертки меняется в пределах 0,05–0,4 мм. В зависимости от обрабатываемого материала применяют развертки, изготовленные из инструментальной стали следующих марок:

	Марка стали
Сталь (*HB* ≤ 230, временное сопротивление до 812 МПа); чугун (*HB* ≤ 220)	Р9, 9ХС
Сталь (*HB* > 230, временное сопротивление 812 МПа и более); чугун (*HB* > 220)	Р9

При развертывании отверстий применяют смазочно-охлаждающие жидкости. Для получения возможно меньших значений параметров шероховатости поверхности отверстия и большей его точности используют несколько разверток с последовательно увеличивающимися размерами диаметра. Различают черновые развертки и чистовые; для чистовых разверток оставляют меньший припуск на развертывание отверстия. Припуск на развертывание, т. е. толщина слоя металла, снимаемого разверткой, зависит от диаметра отверстия (табл. 7).

7. Средние значения припусков при развертывании, мм

Припуск	Диаметр отверстия, мм					
	3 – 6	7 – 18	19 – 30	31 – 50	51 – 80	81 – 100
На черновую развертку	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5
На чистовую развертку	0,05	0,05	0,1	0,1	0,15	0,2
Общий под черновую и чистовую развертки	0,2	0,25	0,35	0,4	0,55	0,7

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Резьбы нарезают, как правило, на металлорежущих станках при помощи резцов, гребенок, метчиков, плашек и резьбонарезных головок. В отдельных случаях резьбу нарезают вручную метчиками и плашками с помощью ручного механизированного инструмента, а иногда и на сверлильных станках с реверсом.

Метчики по направлению нарезания и направлению канавок бывают с правой и левой резьбой, с прямыми и винтовыми канавками (правыми и левыми). По конструкции режущей части ручные метчики (рис. 8) подразделяются на цилиндрические и конические. Последние применяют для нарезания точной резьбы. Для уменьшения трения и предупреждения возможного защемления резьбовых витков калибрующую часть у ручных и машинных метчиков постепенно уменьшают по направлению к хвостовой части из расчета 0,05 – 0,1 мм на 100 мм длины.

Угол наклона канавок на метчиках обычно равен нулю. Для улучшения отвода стружки применяют метчики со спиральными канавками с наклоном к оси 8–15°. Число канавок у метчиков может быть от 3 до 14. Большое число канавок делает метчик устойчивым в работе и обеспечивает большую точность резьбы, однако уменьшение сечения канавки затрудняет выход стружки.

Отверстие под резьбу должно иметь соответствующий диаметр, несколько большего размера, чем внутренний диаметр резьбы. При нарезании резьбы на сверлильных станках с реверсом или механизированным ручным инструментом рекомендуется обильное смазывание. Во избежание перекоса метчика в процессе нарезания резьбы его положение проверяют с помощью угольника. Нарезание резьбы следует вести полным набором метчиков. Диаметры отверстий под нарезание резьбы приведены в табл. 8 (резьба с крупным шагом) и в табл. 9 (резьба с мелким шагом), диаметры сверл для отверстий под нарезание

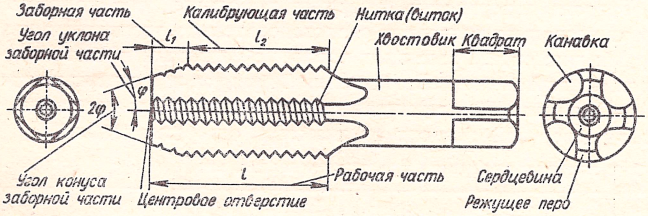


Рис. 8. Элементы метчика

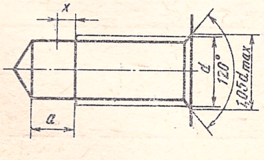


Рис. 9. Выход резьбы, сбеги и недорезы

8. Диаметры отверстий под нарезание метрической резьбы с крупным шагом

Размеры, мм

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия с полем допуска		Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия с полем допуска	
		4*H*5*H*, 5*H*, 5*H*6*H*, 6*H*, 7*H*	6*G*, 7*G*			4*H*5*H*, 5*H*, 5*H*6*H*, 6*H*, 7*H*	6*G*, 7*G*
3	0,5	2,5	2,52	18	2.5	15,35	15,4
3,5	0,6	2,9	2,93	20		17,35	17,4
4	0,7	3,3	3,33	22		19,35	19,4
4,5	0,75	3,7	3,73	24	3	20,85	20,9
5	0,8	4,2	4,23	27		23,85	23,9
6	1	4,95	5	30	3,5	26,3	26,35
7		5,95	6	33		29,3	29,35
8	1,25	6,7	6,75	36	4	31,8	31,85
9		7,7	7,75	39		34,8	34,85
10	1,5	8,43	8,5	42	4,5	37,25	37,3
11		9,43	9,5	45		40,25	40,3
12	1,75	10,2	10,25	48	5	42,7	42,8
14	2	11,9	11,95	52		46,7	46,8
16		13,9	13,95				

9. Диаметры отверстий под нарезание метрической резьбы с мелким шагом, мм

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия с полем допуска		Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия с полем допуска	
		4*H*5*H*; 5*H*; 5*H*6*H*; 6*H*; 7*H*	6*G*, 7*G*			4*H*5*H*, 5*H*, 5*H*6*H*, 6*H*, 7*H*	6*G*, 7*G*
3	0,35	2,65	2,67	6	0,75	5,2	5,23
3,5		3,15	3,17	7	0,5	6,5	6,52
4	0,5	3,5	3,52		0,75	6,2	6,23
4,5		4	4,02	8	0,5	7,5	7,52
5		4,5	4,52		0,75	7,2	7,23
5,5		5	5,02		1	6,95	7
6		5,5	5,52	9	0,5	8,5	8,52

Продолжение табл. 9

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия с полем допуска	
		4H5H; *5H*; *5H6H*; *6H*; *7H*	*6G*, *7G*
9	0,75	8,2	8,23
	1	7,95	8
10	0,5	9,5	9,52
	0,75	9,2	9,23
	1	8,95	9
	1,25	8,7	8,75
11	0,5 0,75	10,5 10,2	10,52 10,23
	1	9,95	10
12	0,5	11,5	11,52
	0,75	11,2	11,23
	1	10,95	11
	1,25	10,7	10,75
	1,5	10,43	10,5
14	0,5	13,5	13,52
	0,75	13,2	13,23
	1	12,95	12,75
	1,25	12,43	12,5
	1,5	13,95	14
15	1	13,43	13,5
	1,5	15,5	15,52
16	0.5	15,2	15,23
	0,75	14,95	15
16	1	14,43	14,5
	1,5	15,95	16
17	1	15,43	15,5
	1,5	17,5	17,52
18	0,5	17,2	17,23
	0,75	16,95	17
	1	16,43	16,5
	1,5	15,9	15,95
	2	19,5	19,52
20	0,5	19,5	19,52
	0,75	19,2	19,23
	1	18,95	19
	1,5	18,43	18,5
	2	17,9	17,95
22	0,5	21,5	21,52
	0,75	21,2	21,23
	1	20,95	21
	1,5	20,43	20,5
	2	19,9	19,95
24	0,75	23,2	23,23
	1	22,95	23
	1,5	22,43	22,5
	2	21,9	21,95

Продолжение табл. 9

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия с полем допуска	
		4*H*5*H*; 5*H*; 5*H*6*H*; 6*H*; 7*H*	6*G*, 7*G*
25	1	23,95	24
	1,5	23,43	23,5
	2	22,9	22,95
26	1,5	24,43	24,5
27	0,75	26,2	26,23
	1	25,95	26
	1,5	25,43	25,6
	2	24,9	24,95
28	1	26,95	27
	1,5	26,43	26,5
	2	25,9	25,95
30	0,75	29,2	29,23
	1	31,95	32
	1,5	31,43	31,5
	2	30,9	30,95
	3	29,85	29,9
32	1,5	30,43	30,5
	2	29,9	29,95
33	0,75	32,2	32,23
	1	31,95	32
	1,5	31,43	31,5
	2	30,9	30,95
	3	29,85	29,5

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия с полем допуска	
		4*H*5*H*, 5*H*, 5*H*6*H*, 6*H*, 7*H*	6*G*, 7*G*
35	1,5	33,43	33,5
36	1	34,95	35
	1,5	34,43	34,5
	2	33,9	33,95
	3	32,85	32,9
38	1,5	36,43	36,5
39	1	37,95	38
	1,5	37,43	37,5
	2	36,9	36,95
	3	35,85	35,9
40	1,5	38,43	38,5
	2	37,9	37,95
	3	36,85	36,9
42	1	40,95	41
	1,5	40,43	40,5
	2	39,9	39,95
	3	38,85	38,9
	4	37,8	37,85
45	1	43,95	44
	1,5	43,43	43,5
	2	42,9	42,95
	3	41,85	41,9
	4	40,8	40,85

Продолжение табл. 9

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия с полем допуска		Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия с полем допуска	
		4H5H; 5H; 5H6H; 6H; 7H	6G, 7G			4H5H, 5H, 5H6H, 6H, 7H	6G, 7G
48	1	46,95	47	50	3	46,85	46,9
	1,5	46,43	46,5	52	1	50,95	51
	2	45,9	45,95		1,5	50,43	50,5
	3	44,85	44,9		2	49,9	49,95
	4	43,8	43,85		3	48,85	48,9
50	1,5	48,43	48,5		4	47,8	47,85
	2	47,9	47,95				

10. Диаметры сверл для отверстий под нарезание метрической резьбы

Размеры, мм

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла
3	0,35 0,5	2,65 2,50	7	0,5 0,75 1	6,50 6,25 6,00
3,5	0,35 0,6	3,15 2,90	8	0,5 0,75 1 1,25	7,50 7,25 7,00 6,80
4	0,5 0,7	3,50 3,30	9	0,5 0,75 1 1,25	8,50 8,25 8,00 7,80
4,5	0,5 0,75	4,00 3,75	10	0,5 0,75 1 1,25 1,5	9,50 9,25 9,0 8,80 8,50
5	0,5 0,8	4,50 4,20			
5,5	0,5	5,00			
6	0,5 0,75 1	5,50 5,25 5,00			

Продолжение табл. 10

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла
11	0,5 0,75 1 1,5	10,50 10,25 10,00 9,50
12	0,5 0,75 1 1,25 1,5 1,75	11,50 11,25 11,00 10,80 10,50 10,20
14	0,5 0,75 1 1,25 1,5 2	13,50 13,25 13,00 12,80 12,50 12,00
15	1 1,5	14,00 13,50
16	0,5 0,75 1 1,5 2,0	15,50 15,25 15,00 14,50 14,00
17	1 1,5	16,0 15,0
18	0,5 0,75 1 1,5 2 2,5	17,50 17,25 17,00 16,50 16,00 15,50
20	0,5 0,75 1 1,5 2 2,5	19,50 19,25 19,00 18,50 18,00 17,50
22	0,5 0,75 1 1,5 2 2,5	21,50 21,25 21,00 20,50 20,00 19,50
24	0,75 1 1,5 2 3	23,25 23,00 22,50 22,0 21,00
25	1 1,5 2	24,00 23,50 23,00
26	1,5	24,50
27	0,75 1 1,5 2 3	26,25 26,00 25,50 25,00 24,00
28	1 1,5 2	27,00 26,50 26,00
30	0,75 1 1,5 2 3 3,5	29,25 29,00 28,50 28,00 27,00 26,50
32	1,5 2	30,50 30,00
33	0,75 1 1,5 2 3 3,5	32,25 32,00 31,50 31,00 30,00 29,50

Продолжение табл. 10

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла	Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Диаметр сверла
35	1,5	33,50	45	1	44,00
36	1	35,00		1,5	43,50
	1,5	34,50		2	43,00
	2	34,00		3	42,00
	3	33,00		4	41,00
	4	<u>32,00</u>		4,5	<u>40,50</u>
38	1,5	36,50	48	1	47,00
39	1	38,00		1,5	4,65
	1,5	37,50		2	46,00
	2	37,00		3	45,00
	3	36,00		4	44,00
	4	<u>35,00</u>		5	<u>43,00</u>
40	1,5	38,50	50	1,5	48,50
	2	38,00		2	48,00
	3	37,00		3	47,00
42	1	41,00	52	1	51,00
	1,5	40,50		1,5	50,50
	2	40,00		2	50,00
	3	39,00		3	49,00
	4	38,00		4	48,00
	4,5	<u>37,50</u>		5	<u>47,00</u>

Примечание. Подчеркнуты диаметры сверл для отверстий под резьбу с крупным шагом.

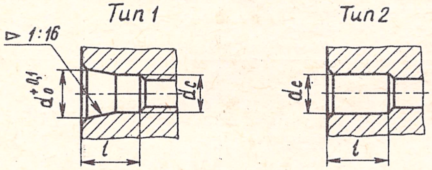
11. Диаметры отверстий и сверл для нарезания трубной цилиндрической резьбы, мм

Номинальный размер резьбы дюймы	Число ниток на 1″	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия под резьбу	Диаметр сверла
1/8	28	0,907	8,62	8,7
1/4	19	1,337	11,50	11,5
3/8			15,00	15
1/2	14	1,814	18,68	18,75
5/8			20,64	20,75
3/4			24,17	24,25

Продолжение табл. 11

Номинальный размер резьбы, дюймы	Число ниток на 1″	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстия под резьбу	Диаметр сверла
7/8	14	1,814	27,93	28
1	11	2,309	30,34	30,5
1 1/8			35,00	35
1 1/4			39,00	39
1 3/8			41,41	41,5
1 1/2			44,90	45
1 3/4			50,84	51

12. Диаметры отверстий и сверл для нарезания трубной конической резьбы (ГОСТ 21350—75), мм



Размер резьбы, дюймы	Число ниток на 1″	Шаг P	Диаметр отверстия типа 1: d_c Номин.	Диаметр отверстия типа 1: d_c Пред. откл.	Диаметр отверстия типа 1: d_o Номин.	Диаметр отверстия типа 1: d_o Пред. откл.	Диаметр отверстия типа 2: d_c Номин.	Диаметр отверстия типа 2: d_c Пред. откл.	Глубина сверления l	Диаметр сверла: с развертыванием на конус	Диаметр сверла: без развертывания на конус
1/8	28	0,967	8,10	+0,20	8,57	±0,10	8,25	+0,20	15	8,1	8,3
1/4	19	1,337	10,80	+0,24	11,45		11,05	+0,24	20	10,8	11,1
3/8			14,30		14,95		14,50		24	14,25	14,5
1/2	14	1,814	17,90		18,63		18,10	+0,28	29	—	—
3/4			23,25		24,12		23,60		31	23,25	—

Продолжение табл. 12

Размер резьбы, дюймы	Число ниток на 1″	Шаг P	Диаметр отверстия типа 1				Диаметр отверстия типа 2		Глубина сверления l	Диаметр сверла	
			d_c		d_o		d_c				
			Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.		с развертыванием на конус	без развертывания на конус
1			29,35	+0,28	30,29		29,65	+0,28	37	—	—
1 1/4	11	2,309	37,80	+0,34	38,95	+0,10	38,30	+0,34	40	—	38,25
1 1/2			43,70		44,85		44,20		42	—	—
2			55,25	+0,40	56,66		56,00	+0,40	44	—	56,0

13. Выход резьбы, сбеги и недорезы, мм

Шаг резьбы	Номинальный диаметр резьбы d	Сбег x_{max}			Недорез a_{min}		
		нормальный	короткий	длинный	нормальный	короткий	длинный
0,5	3	1,0	0,8	2,0	3,0	2,0	5,0
0,6	3,5	1,2	0,8	2,4	3,5	2,5	5,5
0,7	4	1,4	1,0	2,8	3,5	2,5	6,0
0,75	4,5	1,5	1,0	3,0	4,0	2,5	7,0
0,8	5	1,6	1,2	3,2	4,0	2,5	8,0
1	6	2,0	1,5	4,0	6,0	4,0	10,0
1,25	8	2,5	1,8	5,0	8,0	4,0	12,0
1,5	10	3,0	2,0	6,0	9,0	4,0	13,0
1,75	12	3,5	2,5	7,0	11,0	5,0	16,0
2	14; 16	4,0	3,0	8,0	11,0	5,0	16,0
2,5	18; 20; 22	5,0	3,5	10,0	12,0	6,0	18,0
3	24; 27	6,0	4,0	12,0	15,0	7,0	22,0
3,5	30; 32	7,0	5,0	14,0	17,0	8,0	25,0
4	36; 39	8,0	6,0	16,0	19,0	9,0	28,0
4,5	42; 45	9,0	6,0	18,0	23,0	11,0	33,0
5	48; 52	10	7,0	20,0	26,0	12,0	37,0

14. Величины передних углов у метчиков и круглых плашек, угловой градус

Наименование инструмента	Обрабатываемый металл				
	Сталь мягкая	Сталь средней твердости	Сталь твердая	Чугун, бронза	Латунь
Метчики	12–15	8–10	5	0–5	10
Круглые плашки	20–25	15–20	10–12	10–12	20

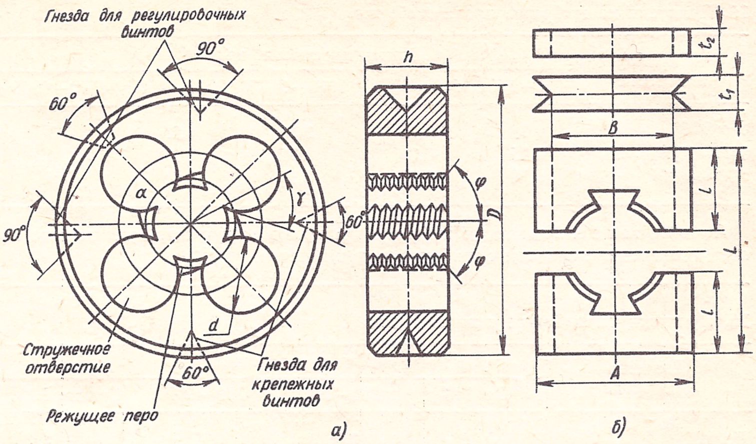


Рис. 10. Плашки:
а – круглые; *б* – раздвижные

метрической резьбы – в табл. 10. Диаметры отверстий и сверл для нарезания трубной цилиндрической резьбы приведены в табл. 11, диаметры отверстий и сверл для нарезания трубной конической резьбы – в табл. 12, выход резьбы (рис. 9), сбеги и недорезы в табл. 13.

Плашки применяют для нарезания наружной резьбы всех видов и размеров на стержнях, преимущественно на болтах и винтах. Плашки устанавливают на станках, а также на ручных воротках. Для нарезания вручную резьбы винтов диаметром до 6 мм применяют винтовальные доски.

По конструкции плашки подразделяются на круглые и раздвижные (рис. 10). Для последних применяют клуппы с косой рамкой.

Рекомендуются следующие величины задних углов у метчиков и круглых плашек: машинные метчики 10–12°, ручные метчики 6–8°, круглые плашки 7–9°. Величины передних углов метчиков и круглых плашек приведены в табл. 14.

ШАБРЕНИЕ, ПРИТИРКА, ДОВОДКА И ПОЛИРОВАНИЕ

Шабрение

Шабрение применяют для получения более точной и ровной поверхности после предварительной ее обработки на строгальном или фрезерных станках или после опиловки. Припуски на шабрение приведены в табл. 15 и 16. За счет повышения точности обработки под шабрение припуски могут быть уменьшены. В практике часто применяют шахматный способ шабрения, при котором шабер движется под углом 30–45° к образующей поверхности, при вторичной проходке шабер на-

15. Припуски на шабрение плоскостей, мм

Ширина плоскости	Длина плоскости, мм				
	100 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	2000 – 4000	4000 – 6000
До 100	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
100 – 500	0,15	0,2	0,25	0,2	0,4
500 – 1000	0,18	0,25	0,35	0,45	0,5

Примечание. Указанные значения припусков могут быть уменьшены за счет повышения точности обработки под шабрение.

16. Припуски на шабрение отверстий, мм

Диаметр отверстия	Длина отверстия, мм			
	До 100	100 – 200	200 – 300	Свыше 300
До 80	0,05	0,08	0,12	–
80 – 180	0,1	0,15	0,2	0,2
180 – 360	0,15	0,2	0,25	0,3
Свыше 360	0,2	0,25	0,3	0,3

Примечание. Указанные значения припусков могут быть уменьшены за счет повышения точности обработки под шабрение.

правляют под тем же углом к образующей, но в другую сторону. Такой способ шабрения позволяет быстро снять риски, имеющиеся на поверхности. В случае больших неравномерных припусков используют прием шабрения по «маякам». Этот способ состоит в предварительном шабрении малых участков, определяющих положение всей поверхности. В дальнейшем шабрение ведут с ориентацией на маяки.

Плоскости шабрят при помощи точных поверочных плит по числу точек, приходящихся на единицу поверхности. В качестве такой единицы рекомендуется брать квадрат с размерами сторон 25 × 25 мм. Для подсчета точек пользуются шаблоном из листового металла с квадратными отверстиями соответствующего размера. Расположение точек должно быть равномерным по всей рабочей поверхности, разность в числе точек на двух любых квадратах с размерами сторон 25 × 25 мм не должна быть более трех. Точность шабрения указывается в технических условиях на изготовление детали.

Существуют следующие нормы точности выполнения шабровочных работ (число пятен на квадрат 25 × 25 мм):

пять-шесть пятен – при пригонке направляющих скольжения тяжелых машин, движение по которым происходит на малых скоростях;

6–10 пятен – для базовых плоскостей плотных стыков;

10–18 пятен – для направляющих скольжения станков средних размеров и для привалочных плоскостей;

не менее 22 пятен для контрольных и шабровочных плит и линеек, для направляющих скольжения в прецизионных станках.

При проверке шабрения по краске применяют берлинскую лазурь, ламповую сажу, синьку и другие краски, разведенные на индустриальном масле. Краска должна быть жидкой, но не расплывающейся по контрольной плите. Рекомендуемые углы установки, заострения и резания при шабрении (рис. 11) в зависимости от обрабатываемого материала приведены в табл. 17. Шаберы из стали марок У12А, Р18, ШХ15 затачивают на точилах с корундовым кругом зернистостью не более 25 и твердостью СМ1 или СМ2, а шаберы с пластинками из твердого сплава затачивают на точилах и станках для заточки и доводки резцов кругами из карбида кремния или алмазными кругами.

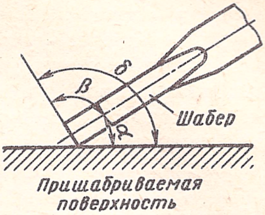


Рис. 11. Углы установки, заострения и резания при шабрении

17. Рекомендуемые углы установки, заострения и резания при шабрении, угловые градусы

Обрабатываемый металл	Угол установки α		Угол заострения β		Угол резания δ	
	Плоский шабер	Трехгранный шабер	Плоский шабер	Трехгранный шабер	Плоский шабер	Трехгранный шабер
Сталь			75–90	65–75	90–115	
Чугун	15–25					90–100
Бронза			90–100	75–85	105–125	

Притирка и доводка

Технологический процесс притирки заключается в механическом или химико-механическом удалении частиц металла шлифующими материалами. Цель притирки – повысить степень прилегания соприкасающихся поверхностей деталей после их обработки на металлорежущих станках и получить точные поверхности изделий: плиток, калибров, арматуры и т. п. Поверхность перед притиркой должна быть тщательно обработана (значения параметра шероховатости 2,5–0,63 мкм). Притирка осуществляется при помощи притирочных порошков: наждака, карборунда, алунда, толченого стекла, окиси железа, окиси хрома, зерна которых удаляют частицы металла или пленки окислов с притираемой поверхности. По характеру своего действия притирочные порошки делятся на твердые и мягкие абразивно-доводочные материалы. Притирочные порошки выбирают в зависимости от притираемых материа-

лов: для стальных поверхностей – наждак и корунд, для чугуна и бронзы – толченое стекло. Притирают также с применением смазывающе-охлаждающих жидкостей – керосина, машинного масла, свиного сала, стеарина, олеиновой кислоты, бензина, скипидара и содовой воды. Вид жидкости выбирают в зависимости от материалов притираемых деталей. Для притирки стальных или медных деталей рекомендуется применять индустриальное масло или свиное сало, а при притирке деталей из чугуна – керосин.

Существует два метода притирки:

получение точных поверхностей изделий при помощи инструмента притира, в который вдавливается абразивный материал. Этим методом притирают несопрягаемые между собой поверхности – плитки, шаблоны, калибры и другие детали;

получение точности прилегания сопрягаемых между собой деталей посредством притирки их непосредственно друг к другу – притирка кранов, пробок, клапанов и др.

Материал притира должен быть мягче, чем материал обрабатываемой детали. Наиболее широкое применение для притиров получил чугун перлитной структуры твердостью *HB* 140–200. Изделия цилиндрической формы притирают кольцевыми притирами, выполненными из тех же материалов. Плоские поверхности чугунных деталей притирают стальными плитами, стальных деталей – чугунными, а деталей из сплавов цветных металлов – стеклянными плитами.

Для доводки отверстий диаметром 5–15 мм применяют притиры из меди и латуни, а для отверстий диаметром свыше 15 мм используют чугунные притиры. Длина притира должна быть больше длины отверстия. Шаржирование притиров заключается в нанесении равномерного слоя абразивных микропорошков на шаржируемый притир и вдавливанием их в притир стальным бруском или роликом. Абразивные порошки при шаржировании смачивают керосином или бензином, добавляя стеарин. При доводке с подачей абразивов в виде эмульсии отпадает необходимость шаржирования притиров. Рекомендуются следующие составы доводочных эмульсий:

керосина 20 л, гарного масла 5 л, стеарина 0,5 кг, абразивного порошка необходимой характеристики 1 кг;

для доводки поверхностей применяют притирочные пасты ГОИ (табл. 18), которыми снимается не металл, а только пленка окисла.

Главной составляющей пасты является окись хрома, приготовленная из бихромата калия с серой и прокаленная при температуре 600–1600 °С. Абразивная способность паст ГОИ определяется толщиной слоя металла, снимаемого с закаленной стальной пластинки при работе с этой пастой на пути длиной 40 м. Грубые пасты изготовляют с абразивной способностью от 16 до 8 мкм, а тонкие – от 7 до 1 мкм. Пасты выпускают в виде цилиндров диаметром 25–30 мм и длиной 50–60 мм. Вследствие малой стойкости паст ГОИ производительность труда при их применении ниже, чем при использовании других доводочных материалов, поэтому их следует употреблять только на окон-

18. Составы паст ГОИ, %

Компоненты	Сорт пасты			Компоненты	Сорт пасты		
	Грубая	Средняя	Тонкая		Грубая	Средняя	Тонкая
Окись хрома	81	76	75	Олеиновая кислота	–	–	2
Силикагель (кремнезем)	2	2	1,8	Двууглекислая сода	–	–	0,2
Стеарин	10	10	10	Керосин	2	2	2
Расщепленный жир	5	10	10				

19. Притирочные материалы для притирки клапанов и уплотнений арматуры

Притираемые металлы	Грубая притирка	Окончательная притирка
Бронза и медноникелевый сплав	Толченое стекло, паста ГОИ грубая, наждак M14	Паста ГОИ средняя, наждак M10
Сталь 20Х13	Корунд M14, наждак M14 или M20, паста ГОИ грубая	Наждак M10
Чугун серый и сталь 30Х13	Корунд M14, наждак, паста ГОИ грубая	Корунд M10, наждак M10, паста ГОИ средняя
Азотированная сталь ХМЮА	Электрокарборунд M20 и M14, паста ГОИ грубая	Электрокорунд M10, паста ГОИ средняя

чательных операциях для получения высокого качества поверхности. При применении паст необходимо точно подготовлять профиль детали, так как отклонения, превышающие 0,1 мм, исправлять пастами не рекомендуется, особенно на стальных деталях. Примерами применения паст ГОИ и других притирочных материалов для притирки одной детали по другой может служить притирка клапанов и уплотнений арматуры (табл. 19).

Рабочую поверхность клапана покрывают пастой, составленной из притирочного порошка и индустриального масла, надевают на стержень клапана слабую пружину и вставляют его в направляющую втулку. Затем слегка нажимают на клапан, чтобы он сел в седло, и специальным приспособлением, коловоротом или отверткой поворачивают на пол-оборота в какую-либо сторону, далее нажим ослабляют, после чего нажимая снова, повертывают клапан в обратную сторону. Притирка считается законченной, когда рабочие поверхности будут иметь ровный матовый цвет. Так же притирают краны, пробки и другие детали, захватывая их для вращения подходящим инструментом.

Для притирки мелкой арматуры ($D_у$ до 50 мм) применяют малый притирочный пистолет КТБ-1592, а для более крупной арматуры ($D_у$ до 200 мм) – притирочный пистолет КТБ-1121 с приводом от электро-

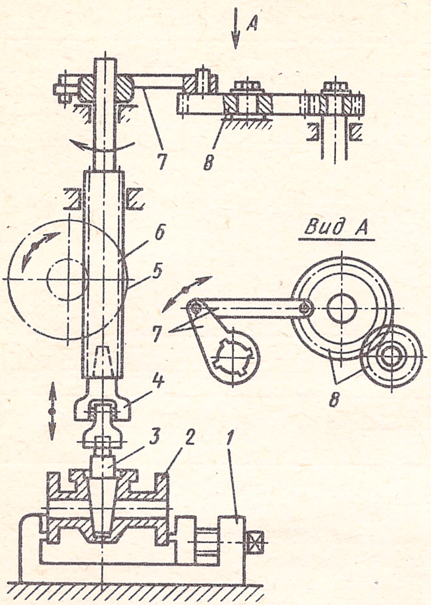


Рис. 12. Приспособление для притирки пробковых кранов:
1 – тиски; *2* – кран; *3* – пробка; *4* – шарнир Гука; *5* – штурвал; *6* – шпиндель; *7* – кривошипно-шатунный механизм; *8* – шестерни

сверлилки И-58. На рис. 12 показано приспособление, позволяющее механизировать процесс притирки арматуры с использованием для этого сверлильного станка. Доводка деталей с помощью притиров достигается следующим способом. Притирочную плиту слегка смачивают керосином и вытирают чистой мягкой тряпкой. Затем плиту покрывают тонким слоем притирочной пасты. Притираемую деталь кладут у одного края плиты и перемещают к другому. Эта операция повторяется несколько раз. Отработанную пасту удаляют чистой тряпкой и наносят новый слой. Качество притираемой поверхности проверяют пробой на краску. При удовлетворительной притирке краска мелкими пятнами равномерно распределяется по поверхности касания.

Притирка обеспечивает точную форму, точные размеры (до 0,1 мкм) и малые значения высот микронеровностей поверхности.

Для достижения высокой производительности применяют алмазные пасты, которые дают наилучшие результаты при обработке наиболее твердых, а также хрупких материалов. Этими пастами притирают детали из чугуна, стали, цветных металлов и сплавов, титана, тантала, циркония и других редких металлов. Если производительность алмазного порошка принять за единицу, то соответственно производительность других абразивных материалов будет: карбида бора 0,63; карбида кремния 0,29; пасты ГОИ 0,28; корунда 0,18 и наждака 0,03. Пасты алмазные (СТ СЭВ 206–75) должны изготовляться из микропорошков природных или синтетических алмазов зернистостью от 60/40 до 1/0 включительно, из наполнителей и связующих веществ. По содержанию алмазов выпускаются пасты нормальной (Н), повышенной (П) и высокой (В) концентрации. Концентрация алмазов в пасте приведена в табл. 20.

20. Концентрация алмазов в пасте и шероховатость обработанной поверхности

Зернистость алмазного порошка	Массовая концентрация алмазного порошка в пасте			Шероховатость поверхности образца *Ra*, мкм, не более		Цвет пасты и этикетки
	Н	П	В	до обработки	после обработки	
60/40 40/28	8	20	40	0,400 0,200	0,200 0,160	Красный
28/20 20/14 14/10	6	15	30	0,160 0,125 0,100	0,125 0,100 0,080	Голубой
10/7 7/5 5/3	4	10	20	0,080 0,063 0,050 0,040	0,063 0,050 0,0 0,032	Зеленый
3/2 2/1 1/0	2	5	10	0,032 0,025	0,025 0,020	Желтый

Пасты должны изготовляться:

по смываемости: смываемые водой – водоразбавимые (В), смываемые органическими растворителями – жировые (0), смываемые водой и органическими растворителями – универсальные (ВО);

по консистенции: мазеобразные (М) и твердые (Т).

Величина консистенции в делениях пентрометра (20 ± 5) °С должна соответствовать:

Мазеобразная (М) паста	100	300
Твердая (Т) паста	20	40

Шероховатость обработанной поверхности образца из твердого сплава группы К20 по СТ СЭВ РС2453–70 приведена в табл. 20.

Обозначение пасты должно содержать следующие данные: вид алмазного порошка АМ или АСМ, его зернистость и концентрацию – Н, П или В, смываемость – В, О или ВО, а также консистенцию пасты – М или Т и номер стандарта СЭВ.

Пример условного обозначения пасты из природных алмазных порошков зернистостью М40/28, нормальной концентрации (Н), смываемой водой (В), мазеобразной консистенции (М): А М40/28 НВМ СТ СЭВ . . . .

Полирование

В целях получения меньшей шероховатости поверхности детали полируют после опиливания или других видов механической обработки. Обычно полируют рукоятки, маховички, втулки и тому подобные де-

тали при окончательной декоративной отделке, а также перед нанесением на их поверхность никелевого покрытия или какого-либо другого.

Полирование вращающимися кругами из войлока, фетра, полотна или бязи. На рабочую поверхность круга наносят полировальную мастику, состоящую из вяжущего вещества – смеси парафина, вазелина и керосина – и полировального порошка – окиси алюминия, окиси железа (крокуса) и окиси хрома (табл. 21). Скорость вращения круга при полировании 30–35 м/с. Под полирование оставляют припуск менее 0,01 мм.

21. Рекомендуемые составы полировальных мастик, г

Номер мастики	Полирующее вещество			Вяжущее вещество		
	Окись алюминия	Окись хрома	Шлифовальный порошок № 4	Парафин	Вазелин	Керосин
1	50	–	–	25	3	2
2	35	40	–	55	5	3
3	50	–	25	30	5	3

Полировальная паста ЛИК (табл. 22) состоит из окиси алюминия, связующих и поверхностно-активных компонентов. В качестве двух последних в состав пасты вводят парафин или стеарин, олеиновую кислоту, минеральные масла и керосин.

22. Состав и свойства полировальной пасты ЛИК

Компоненты и свойства пасты	Сорт пасты	
	Тонкая	Средняя
Состав пасты, %:		
кристаллическая окись алюминия	50	55
связующие вещества	40	37
олеиновая кислота	7	5
керосин	3	3
Полирующая и шлифующая способность, мкм	2 – 7	10 – 15
Вид поверхности после обработки пастой	Зеркальная	Полузеркальная

Полирование абразивными ремнями. Абразивные ремни изготовляют из ткани, бумаги и реже из кожи бесконечных линий, покрытых абразивными зернами. Движение абразивному ремню передается через два шкива, один из которых является ведущим. Основным преимуществом этого способа являются высокая производительность, хорошее качество и возможность полирования сложных профилей.

После грубого полирования производят окончательное полирование мягкими кругами из фетра и полотна. В труднодоступных местах полируют вручную сначала грубыми сортами шлифовальной шкурки, за-

тем тонкими. Отполированную деталь тщательно протирают сукном, обмывают в чистом бензине и обдувают сжатым воздухом. Для тонкого полирования часто применяют колодки из дерева, меди, свинца или чугуна, на рабочие поверхности которых наносят полировальный порошок. Окончательно поверхность отделывают керосиновой или парафиновой смазкой без шлифовального порошка. Для полирования шеек валов используют деревянные жимки, в которые последовательно закладывают полосы кожи, сукна, замши и резины, покрытые мастикой из парафина в смеси с тонким полировальным порошком.

ПРАВКА ДЕТАЛЕЙ

Правкой придают правильную форму погнутым или покоробленным деталям и только в тех случаях, когда это позволяют условия работы детали или материала. Различают два метода правки – в холодном (правка деталей, имеющих небольшую стрелу прогиба) и в нагретом состояниях. Правку выполняют вручную, на правильных вальцах при помощи различных зажимных приспособлений, прессов и т. д.

Холодная правка деталей с небольшим отклонением от нужной формы осуществляется легкими ударами, чеканкой, нажимом рычага или винтовым приспособлением. Шатуны, рычаги и другие нежесткие детали правят в зажимном приспособлении или тисках при помощи рычага для правки, проверяя контрольным приспособлением или шаблоном. Точность правки 0,1 – 0,25 мм на 1 м длины, зацентрованные небольшие валы и винты правят в центрах или при помощи струбцин, проверяя индикатором. Точность правки 0,05–0,15 мм на 1 м длины.

Валы больших диаметров и длин правят чеканкой – наклепом. Вал, подлежащий правке, устанавливают вогнутой стороной вверх (рис. 13) и в месте максимального прогиба под вал подводят опору с прокладкой из твердого дерева или мягкой меди. Конец вала, лежащий ближе к опоре, закрепляют так, чтобы масса свободного конца вала способствовала правке. Наклеп вала проводят специально пригнанным чеканом (рис. 14). Удары по чекану наносят весьма осторожно молотком массой 1–2 кг. Проверка вала после наклепа осуществляется индикатором.

Правка деталей в нагретом состоянии. Например, вал устанавливают так, чтобы выпуклая сторона его была обращена вверх, и обкладывают его мокрым листовым асбестом. В месте максимального прогиба оставляется открытый участок, размер которого вдоль оси вала равен $0{,}12D$, а по окружности – $0{,}3D$ (D – диаметр вала). Открытый участок ва-

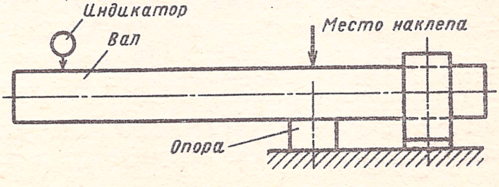


Рис. 13. Установка вала

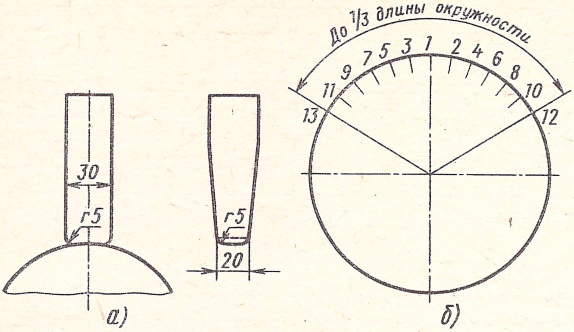


Рис. 14. Правка вала:

а – чеканка; *б* – порядок нанесения ударов при правке вала

ла в месте максимального прогиба быстро нагревают автогенной сварочной горелкой до 500–550 °С (появляется едва заметное темно-бурое свечение). Для ускорения нагрева давление кислорода повышают до 0,4–0,5 МПа.

Для контроля за изменением состояния вала устанавливают индикатор ближе к нагреваемому участку. Во время нагрева вал еще больше изгибается, а в процессе остывания выпрямляется. Открытый участок вала нагревают иногда несколько раз – до получения удовлетворительного результата. Время нагревания вала диаметром 250 мм горелкой № 7 при прогибе на 0,6 мм составляет около 15 мин. При использовании горелки № 6 время нагрева увеличивают в 1,5 раза, горелки № 5 – в 2 раза.

После исправления вала места правки отжигают. Вал медленно вращают и места, подлежащие отжигу, нагревают по всей окружности пламенем автогенной горелки до 300–350 °С (при скорости нагрева не выше 150–200 °С в час). При 350 °С вал выдерживают не менее 1 ч, после чего место нагрева быстро изолируют несколькими слоями асбеста.

Правка листов. Тонкие листы укладывают на поверхность плиты выпуклостью вверх и молотком наносят удары по всей поверхности листа, причем по краям выпуклости удары наносят слабее, а к центру усиливают. При рихтовке листа удары следует наносить не по выпуклым местам, а по соседним с ними участкам; при этом сила ударов должна быть соразмерна с величиной выпуклых участков.

Толстые листы правят в горячем и холодном состояниях. Лист нагревают в печи или на горне до 600–700 °С, затем выпуклой стороной укладывают на плиту (рис. 15, *а*) и прижимают к ней планками и прижимами (рис. 15, *б*). После остывания лист освобождают от прижимов и окончательно его подправляют.

Горячую правку можно осуществить следующим способом. Определяют места на листовом материале или детали, подлежащие выпря-

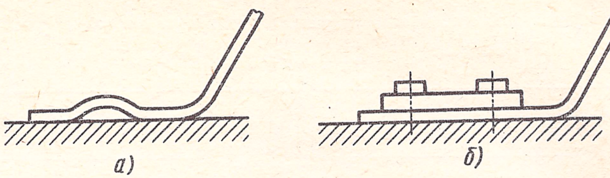


Рис. 15. Способы правки толстых листов

млению, затем на отмеченные места направляют пламя газовой горелки и нагревают неровности до вишнево-красного цвета (780–800 °С). Нагретый слой металла расширяется, а затем при остывании под влиянием сил сжатия выпрямляется. Этот способ правки повышает производительность в несколько раз.

При холодной правке лист укладывают на плиту выпуклостью вверх (см. рис. 15, *а*) и несколькими ударами кувалды переводят выпуклости с наружной стороны на внутреннюю. Затем укладывают лист на подкладку, прижимают его к плите и проводят правку. Освободив лист от прижимов, его окончательно подправляют.

РАЗВАЛЬЦОВЫВАНИЕ, ОТБОРТОВКА И ГИБКА ТРУБ

Развальцовывание труб

Латунные или медные трубки малого диаметра (4–10 мм) развальцовывают вручную, для чего конец трубки выдвигают из панели на 1,5–2,5 мм. Поворачивая вручную вальцовку, отжимают стенки трубки на конус ниппеля, а затем при помощи кернера и молотка уплотняют прилегание трубки к конусу ниппеля.

Трубы большого диаметра развальцовывают специальной вальцовкой с фигурными роликами. Котельные вальцовки имеют бортующие и непосредственно вальцующие ролики. Конусность первых больше, чем вторых. Для сохранения достаточной толщины стенки трубы при развальцовывании необходимо обеспечить соответствие диаметров отверстия в трубной доске и наружного диаметра трубы, не превысить установленные зазоры (табл. 23). Перед развальцовыванием труб рекомендуется предварительно испытать вальцовки, проверить правиль-

23. Максимально допустимые зазоры по диаметру трубы в трубном отверстии, мм

Характеристика котла	Наружный диаметр трубы, мм						
	38 ± 0,2	51 ± 0,5	60 ± 0,6	76 ± 0,8	83 ± 0,8	102 ± ± 1,0	108 ± ± 1,1
Давление пара, МПа:							
до 3,0	1,1	1,5	1,7	2	2,2	2,6	1,75
более 3,0	1,1	1,5	1,7	2	2	2,1	2,2

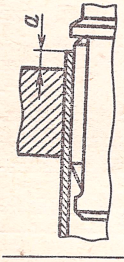
24. Предварительный выбор степени развальцовки труб котлов высокого давления

Размеры, мм

Диаметр гнезда	Диаметр трубы		Толщина стенки	Степень развальцовки трубы	
	наружный	внутренний		гнездо с канавкой	гнездо без канавки
38,6	38	31 29	3,5 4,5	0,9 1	1,2 1,3
57,6	57	50,5 50	3,25 3,5	0,8 0,9	1,1 1,2
60,8	60	52 51 50	4 4,5 5	1 1,2 1,2	1,4 1,4 1,4
70,8	70	61 60 59 58	4,5 5 5,5 6	1,1 1,2 1,2 1,3	1,4 1,5 1,5 1,6

25. Длина выступающей части *а* отбортовки

Размеры, мм



Наружный диаметр труб	Толщина трубной доски						
	20	25	30	35	40	45	50
38	13	11	10	9	9	9	—
51	17	14	12	11	11	11	—
60	—	16	14	13	13	13	13
76	25	—	—	—	—	—	—
83	30	27	24	23	22	22	22
102	34	31	29	28	27	27	27
108	35	33	31	30	29	29	29

ность развальцовывания на образцах и уточнить опытным порядком данные, приведенные в табл. 24 и 25.

Во избежание появления трещин на конце трубы нажим на вальцовку увеличивают постепенно. Ролики вальцовки смазывают техническим вазелином, тавотом, цилиндровым маслом и другими смазочными маслами. Повторное развальцовывание труб при монтаже допускается не более 3 раз, после чего труба (конец) удаляется. Для

механизации вальцовочных работ применяют пневматические машины ИП-4801 (И-118) и ИП-4802.

Развальцовка труб при помощи льда (способ А. П. Радченко) основана на свойстве воды увеличивать объем при переходе в лед. При развальцовке льдом получаются прочно-плотные соединения с заданным коэффициентом развальцовки при величине диаметров 8–40 мм и толщине трубной доски до 35 мм. Соединение труб с трубными решетками выдерживает давление до 60 МПа. Развальцовывание при помощи льда позволяет одновременно обрабатывать большое число труб.

Отбортовка труб

Для отгибания борта на конце трубы для последующего соединения ее при помощи фланца (рис. 16) конец трубы нагревают на горне до вишнево-красного каления (отпадение окалины) и немедленно укладывают трубу на наковальню так, чтобы конец ее выступал за край наковальни на ширину борта. Обычно ширина борта не превышает четырех толщин стенок трубы. Затем ударами отрезка трубы диаметром 1 1/2 – 2″ отгибают борт изнутри, равномерно поворачивая отбортовываемую трубу.

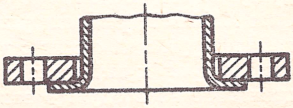


Рис. 16. Отбортовка труб

Отбортованный конец трубы правят на наковальне или чугунной плите, чтобы обеспечить перпендикулярность борта к оси трубы и хорошее его прилегание к борту другой трубы.

Гибка труб

Трубы можно гнуть в холодном и горячем состояниях, вручную или при помощи ручных и приводных станков.

Ручные рычажные станки обычно состоят из вилкообразного поводка (рычага) с одним, двумя или тремя подвижными роликами (соответственно для труб диаметром 1/2, 3/4 и 1″) и из неподвижных роликов, расположенных на оси, укрепленной на станине станка. Трубу укладывают между роликами так, чтобы ее конец вошел в хомут неподвижного ролика, и изгибают вокруг неподвижных роликов поворотом поводка.

Для гибки труб разного диаметра применяют сменные ролики. Ручные гидравлические трубогибы изготовляют двух типоразмеров: для гибки труб диаметром 14–25 мм и труб диаметром 25–50 мм при толщине стенок 3–7 мм. Гидравлический трубогиб монтируется на раме. В него входят гидравлический цилиндр с плунжером, на конце которого укреплена гибочная колодка, два упора (левый и правый) и ручной масляный насос.

Приводной трубогибочный станок состоит из установленных на станине поворотного стола с загибочным роликом, поворотной штанги с опорной колодкой и оправки (дорна), предупреждающей сплющивание трубы в месте изгиба. Трубы гнут при помощи роликов и опорных колодок соответствующих размеров. В модернизированных трубогибочных станках труба зажимается в пневматическом устройстве, что позволяет сократить время на эту операцию и повышает производительность труда.

Без нагрева можно гнуть трубы из углеродистой стали, диаметр которых не превышает 219 мм, однако рекомендуется гнуть без нагрева трубы диаметром до 114 мм, так как при больших диаметрах труба в месте изгиба будет иметь значительную овальность, а для гибки требуются тяжелые станки. При гибке тонкостенных труб без дорнов трубу набивают мелким просеянным и прокаленным песком. Толстостенные трубы, наружный диаметр которых более чем в 10 раз превосходит толщину стенки, разрешается гнуть без дорнов и заполнителей.

При холодной гибке труб из легированных и коррозионностойких сталей необходимо руководствоваться техническими условиями, в которых иногда предусматривается термическая обработка для нормализации структуры. Так после гибки отводов из труб, материал которых сталь марки Х18Н10Т, рекомендуется следующий режим термообработки: стабилизирующий отжиг с нагревом до 850–900 °С при скорости нагрева 100 град/ч; выдержка при этой температуре в течение 2–2,5 ч; охлаждение на воздухе в закрытом помещении.

Гибку труб диаметром более 3″ можно проводить в горячем состоянии с заполнением (набивкой) их просеянным через сито с ячейками 1,5 × 1,5 мм и тщательно просушенным речным песком.

В массовом производстве для набивки труб песком применяют специальные вышки высотой 10–14 м, а для уплотнения песка – вибрационные приспособления с электро- или пневмоприводом.

Нагрев труб осуществляют в горнах или печах пламенем печных горелок. Топливом служат газ, мазут или нефть. Температура нагрева труб из углеродистой стали составляет 850–900 °С (темно-красный цвет). Трубы гнут на плитах со штырями при помощи лебедок и специальных дисков-оправок. Основными видами гнутых труб (рис. 17) являются отводы, утки или отступы, скобы и калачи.

По величине радиус изгиба превышает наружный диаметр трубы не менее чем в 3,5 раза, допустимая толщина стенки в месте изгиба 85% номинальной. На внутренней стороне изгиба допускается волнистость с наибольшей высотой гофров в пределах следующих величин:

$D_н$, мм	До 57	57–133	133–194	194–219	219–325	325–426
Высота гофров, мм	3	4	5	6	7	8

Гнутые отводы могут иметь овальность в пределах 0,1 Дн. Для получения заготовки нужных размеров необходимо подсчитать выпрямленную длину отрезка трубы и на нем разметить места гибки.

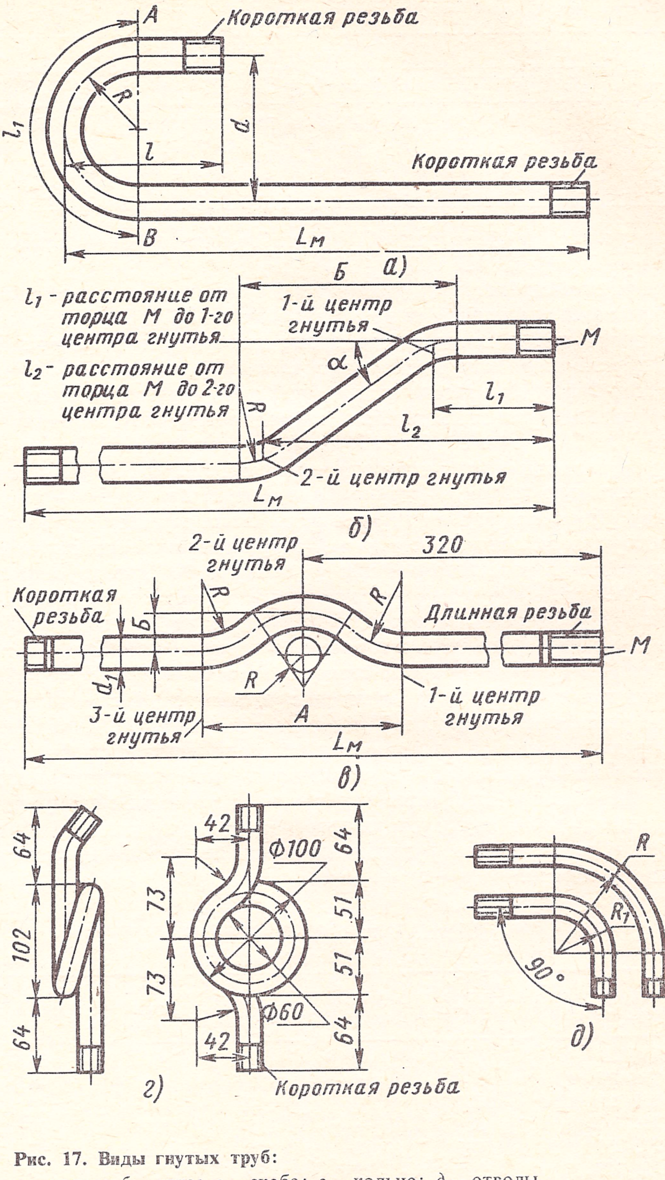


Рис. 17. Виды гнутых труб:
а – калач; *б* – утка; *в* – скоба; *г* – кольцо; *д* – отводы

26. Длина нагреваемой части трубы при гибке отводов и колен, мм

Угол отводов, град	Диаметр трубы, мм											
	12	20	25	33	38	50	63	75	90	100	125	150
90	80	120	150	190	230	310	380	450	540	610	750	900
60	50	80	100	130	150	200	250	300	360	410	500	600
45	40	60	80	100	120	150	190	230	270	300	375	450
30	20	40	50	65	75	100	125	150	180	200	250	300

Длину нагреваемой части трубы при гибке отводов и колен рекомендуется выбирать по табл. 26.

Трубы, диаметр которых превышает 100 мм, гнут с полурифлеными складками для получения крутозагнутых отводов. Трубу песком не набивают, а оба ее конца во избежание охлаждения воздухом закрывают деревянными коническими пробками (конусность до 1 : 25) длиной (1,5 ÷ 2) D трубы. Место изгиба трубы нагревают пламенем автогенной горелки (при гибке труб диаметром до 150 мм применяют одну горелку, до 250 мм – две и более 250 мм – три горелки). При гибке один конец трубы должен быть надежно закреплен. В процессе гибки охлаждают тыльную сторону места изгиба, а по окончании гибки – каждую складку. При гибке труб из легированной стали термическая обработка изогнутых участков обязательна. Основные данные для гибки труб с полурифленными складками при угле изгиба 90° и радиусе изгиба, равном четырем наружным диаметрам трубы, приведены в табл. 27.

При централизованном изготовлении узлов трубопроводов трубы диаметром 50–450 мм гнут в горячем состоянии без набивки песком, нагревая ТВЧ на специальных станках. Труба получает местный нагрев на длине 10–12 мм и постепенно изгибается. Затем нагревают другие участки трубы и т. д. Установки с нагревом ТВЧ применяют обычно для гибки труб из легированной стали и толстостенных труб, а также в тех случаях, когда в узлах, детали которых изготовлены из углеродистой стали, требуются крутоизогнутые отводы с радиусом изгиба, отличным от нормализованного.

При гибке труб надо руководствоваться следующими правилами Госгортехнадзора.

27. Основные данные для гибки труб с полурифленными складками

Размеры, мм

Диаметр трубы (наружн./внутр.)	Радиус изгиба	Число складок	Шаг складок	Длина дуги изгиба	Длина нагреваемой части
108/102	430	6	135	675	37,6
133/125	540	6	169,6	848	46,7
159/150	680	7	177,8	1067	59
219/207	885	8	198	1389	77
273/259	1100	8	246	1727	95
325/309	1280	9	250	2000	115

1. Сварной шов необходимо располагать от начала скругления на расстоянии, равном диаметру трубы, но не менее 100 мм.

В трубопроводах, предназначенных для перегретого пара (давлением до 4 МПа и температурой до 450 °С), а также в трубопроводах насыщенного пара и воды (давлением до 8 МПа) при установке крутозагнутых колен, изготовленных на специализированных заводах из углеродистой стали методом горячей протяжки, допускается расположение сварных швов в начале скругления.

2. Допускаются следующие наименьшие радиусы изгиба трубопроводов, компенсаторов, отводов и др.:

при гибке трубы с предварительной набивкой песком и нагревом – не менее 3,5 наружных диаметров трубы;

при гибке трубы на специальном станке без набивки песком в холодном состоянии – не менее 4 наружных диаметров трубы;

при гибке трубы в отводы и колена с полурифленными складками (с одной стороны) без набивки песком с нагревом пламенем газовой горелки – не менее 2,5 наружных диаметров трубы,

полурифленные изгибы не допускаются для трубопроводов 1-й категории;

радиус изгиба крутозагнутых колен, указанных выше, должен быть не менее наружного диаметра трубы.

ЛУЖЕНИЕ И ПАЙКА

Лужение

Лужение – покрытие поверхности изделия тонким слоем олова или сплава олова и свинца. Применяют с целью предохранения изделия от коррозии, получения более плотного соединения при паянии и лучшего сцепления баббита с вкладышами подшипника. Перед лужением детали обезжиривают и протравливают с целью удаления ржавчины, окалины, жировых пятен, минерального масла, после чего нейтрализуют остатки кислоты. Обезжиривание рекомендуется проводить в нагретых щелочных растворах (табл. 28). После обезжиривания детали промывают в чистой холодной воде, а затем в горячей воде. Травление обезжиренных деталей специальными растворами (табл. 29) проводят в ваннах, облицованных внутри листовым свинцом или пластмассой.

Нейтрализация деталей от кислот, оставшихся после травления, заключающаяся в четырехкратной промывке с последующей сушкой, является обязательной и производится в следующей последовательности: промывка деталей в проточной холодной воде, в водном растворе кальцинированной соды (50 г соды на 1 л воды) при 50–70 °С, в проточной холодной воде, в горячей воде при 50–70 °С, сушка деталей.

Лужение деталей можно проводить в ваннах и ручным способом. При лужении в ваннах поверхности, не подлежащие лужению, покрывают одним из следующих составов: 2 части мела, 2 части жидкого стекла и 1 часть воды; 1 часть мела, 3 части воды и 2 % (по массе) столярного клея. Затем детали просушивают.

28. Примерные составы щелочных растворов для обезжиривания деталей и режимы работы ванн

Состав раствора и режим работы ванн	Поверхность, сильно загрязненная жирами				Стальная поверхность, малозагрязненная жирами	
	стальная		свинцовая, цинковая, медная, латунная			
	Раствор № 1	Раствор № 2	Раствор № 3	Раствор № 4	Раствор № 5	Раствор № 6
Состав раствора, г/л:						
едкий натр ($NaOH$)	100	20	—	5–10	10–20	10
углекислый натр (Na_2CO_3)	—	100	—	—	50	25
фосфорнокислый натрий (Na_3PO_4)	—	—	100	—	—	25
жидкое стекло (Na_2SiO_3)	—	22	—	3–22	22	22
мыло	5	—	5	—	—	—
Режим работы ванн:						
температура раствора, °С	80	70–80	60–70		70–80	
продолжительность процесса	До удаления жиров		3–5 мин		До удаления жиров	

29. Примерные составы растворов для травления металлов и режимы работы ванн

Состав растворов, г/л	Режим работы		Область применения
	Температура, °С	Время, мин	
Серная или соляная кислота 100–150, присадка фогеля 5–10			
Серная кислота 50, соляная кислота 150, присадка фогеля 5–10	20–60	10–30	Для стали
Серная кислота 150, хлористый натрий 200–250, присадка фогеля 5–10			
Серная кислота 100–150			Для меди и ее сплавов
Серная кислота 50–60, хромпик 100–150			
Едкая щелочь 50–80	60	1	Для алюминия и ее сплавов
Фтористый водород 20–40	18–20	—	Для чугунных отливок

30. Составы кислых и щелочных электролитов, применяемых при лужении

Состав электролитов, г/л	Режим работы		Область применения
	Температура, °С	Время, мин	
Сернокислое олово 54, серная кислота 100, крезол или фенол 20 – 30, клей 2 – 2,5	20 – 30	До 5	Для деталей простой формы
		До 15	Для листов и проволоки
Станнат натрия 50 – 100, едкий натр 8 – 15, уксусно-кислый натрий 20 – 30	65 – 70	2	Для деталей сложной формы
Станнат натрия 8 – 25, едкий натр 8 – 12		0,5 – 0,7	Для деталей очень сложной формы

Поверхность изделия, подлежащую лужению, покрывают слоем флюса (водный раствор хлористого цинка) погружением в ванну или кистью. При лужении в ванне изделие, покрытое флюсом, погружают в расплавленную полуду (температура 280-320 °С) и выдерживают до полного прогревания изделия.

При ручном способе лужения изделие покрывают флюсом, нагревают до 270-300 °С и лудят, натирая поверхность изделия прутком припоя или посыпая порошком полуды. Расплавленную полуду растирают по облуживаемой поверхности щеткой или лудильной палочкой. Недополудившиеся места изделия покрывают флюсом, еще раз нагревают и снова покрывают полудой. После лужения изделие промывают в известковой воде для удаления остатков хлористого цинка.

При необходимости снять старую полуду поверхности промывают азотной кислотой. Лужение может быть выполнено и гальваническим способом экономически наиболее выгодным. Составы электролитов приведены в табл. 30.

Пайка

Различают низкотемпературную пайку (температура пайки не превышает 450 °С) с помощью оловянно-свинцовых припоев и высокотемпературную (температура выше 450 °С) с помощью медно-цинковых, серебряных и других припоев.

Перед пайкой поверхности деталей очищают от пленки окислов и других загрязнений тонкой шлифовальной шкуркой, шлифуют мелкозернистыми абразивными кругами, напильником и шабером, затем обезжиривают. После этого детали скрепляют струбцинами, проволокой и другими приспособлениями в целях предотвращения смещения их в процессе нагрева и пайки.

Величина зазора между паяемыми деталями должна быть: при пайке стали медью – не более 0,012 мм, и в прочих случаях – 0,04–0,1 мм;

при пайке серебряными припоями – 0,05–0,08 мм; при пайке цветных металлов – до 0,15 мм; при соединении трубчатых элементов – 0,2 мм. Способы по источнику нагрева подразделяют на пайку паяльником; газопламенную пайку; электродуговую пайку, пайку в печи; пайку погружением в расплавленную соль; пайку погружением в расплавленный припой и др. При пайке низкотемпературными припоями применяют нагрев паяльником.

Пайку деталей можно провести, погружая их в ванну с расплавленным оловянно-свинцовым или медно-цинковым припоем. При этом детали необходимо подготовить к пайке. Место спая покрыть флюсом, а на поверхности, которые паять не требуется, наносят защитное покрытие из графита, мела, глины или их смачивают раствором хромовой кислоты.

При пайке погружением в расплавленную соль применяют расплавы из хлористого бария и хлористого калия. Подготовленные к пайке детали с прокладками припоя погружают на несколько минут в соляную ванну, для того чтобы припой расплавился. Нагрев деталей в печах и горнах применяют при высокотемпературной пайке латунью или медью. Подготовленные и собранные детали с припоем и флюсом около шва загружают в печь, нагретую на 50–80 °С выше температуры плавления припоя. После пайки детали охлаждают и место спая очищают от наплывов припоя и остатков флюсов, вызывающих усиленную коррозию.

Заливка вкладышей и втулок баббитом и бронзой

При заливке вкладышей проводят следующие операции: подготовка вкладыша к лужению, его лужение, плавка баббита и заливка вкладыша. Баббит плавят в электрических печах, в предварительно нагретом стальном или чугунном тигле, в который материал загружают кусками массой 1–2 кг, после чего температуру в печи повышают до 400–500 °С (в зависимости от марки баббита).

Зеркало расплавленного баббита в целях предохранения от окисления покрывают слоем древесного угля толщиной 25–30 мм, размер кусков 5 – 10 мм. Перегретый баббит имеет крупно-зернистую структуру и пониженные механические свойства, поэтому температуру при его плавлении замеряют термопарой. Потери баббита при расплавлении в электрической печи на 2 – 5% меньше, чем при расплавлении в газовой печи. Электропечь (рис. 18) состоит из установленного в стальном корпусе *1* чугунного тигля *2*, вмещающего до 100 кг баббита; электронагревательного элемента *3*, установленного под тиглем, выпуск-

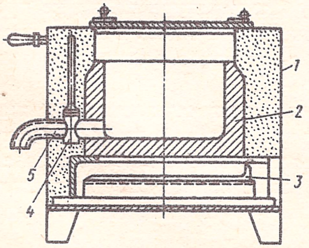


Рис. 18. Электропечь для расплавления баббита

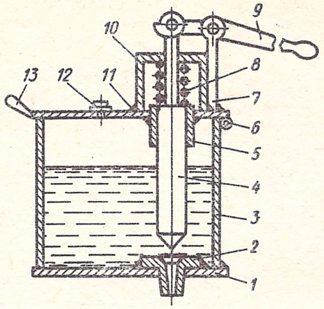


Рис. 19. Тигель

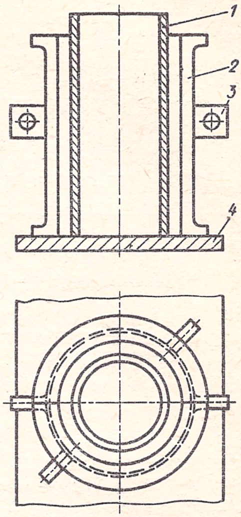


Рис. 20. Приспособление для вертикальной заливки баббитом вкладышей:
1 – оправка; *2* – вкладыш; *3* – хомут; *4* – плита

ного крана *4* и сливной трубы *5* для выпуска расплавленного баббита. Пространство между корпусом и тиглем засыпано теплоизоляционным материалом.

Для заливки подшипников кальциевым баббитом следует применять тигель закрытого типа (рис. 19), состоящий из обечайки *3* с днищем *1*, откидной крышки *11* (обечайка, днище и крышка изготовлены из листовой стали толщиной 3–4 мм), седла *2*, конусного клапана *4*, направляющей *5*, колпака *10*, запорной пружины *8*, стойки *7*, рукоятки *9*, гнезда термопары *12*, оси крышки *6* и ручки *13*.

Температурный режим тигля контролируется термопарой. Окисление расплавленного металла в таком тигле происходит в значительно меньшей степени, чем при работе с открытым тиглем. Вкладыши заливают с помощью металлических приспособлений (рис. 20), состоящих обычно из металлической пустотелой оправки, плиты для установки вкладышей и деталей для закрепления вкладышей. Диаметр оправки должен быть меньше диаметра шейки вала на величину припусков на обработку детали.

В собранных металлических приспособлениях обмазывают стенки вкладышей и швов замазкой следующего состава (в частях по массе): огнеупорной глины 3, асбестового порошка 1, песка 3, остальное – вода. Для заливки вкладыши собирают в приспособлении, подогревают до 200–250 °С и устанавливают возможно ближе к тиглю. Емкость мерной железной ложки должна соответствовать количеству баббита, необходимого для заливки вкладышей, чтобы при заливке избежать разрыва струи и получить на вкладыше слой баббита необходимой толщины. Центробежная заливка вкладышей баббитом проводится на

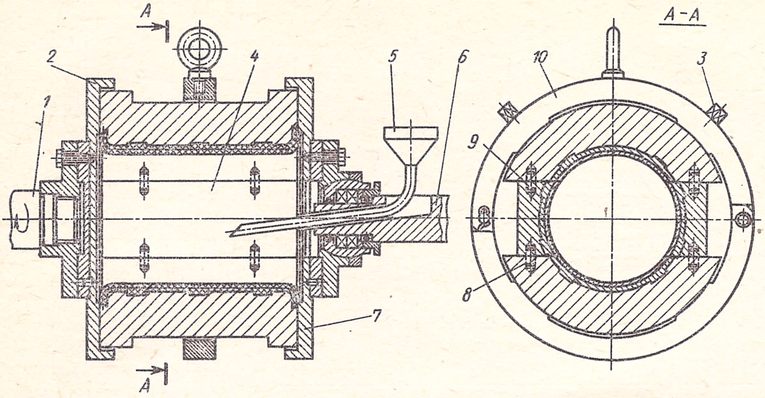


Рис. 21. Приспособление для центробежной заливки подшипников

специальных станках. При этом способе облуженные и нагретые до 230–250 °С вкладыши устанавливают в нагретые зажимные тиски центробежной машины, число оборотов которой перед заливкой рекомендуется доводить до следующих величин:

Внутренний диаметр вкладыша, мм . . .	70	90	110	130	150	170	200	230
Частота вращения центробежной машины, об/мин	1050	900	850	750	700	650	600	550

При заливке подшипников используют специальное приспособление (рис. 21), в котором фланцы *2* и *7* закрепляют болтами на шайбах передней *1* и задней *6* бабок станка для центробежной заливки, смонтированного на токарном станке. Подшипник *4* (предварительно нагретый и облуженный) собирают на восьми контрольных штифтах *8* и четырех стальных технологических прокладках *9* толщиной 1 мм, затем стягивают хомутом *10* с помощью винтов *3*. В целях уплотнения наружную поверхность подшипника в местах разъема промазывают пастой (по две части мела и жидкого стекла на одну часть воды).

Собранный подшипник с помощью рым-болта *3* электротельфером подают к станку и прижимают к торцам фланцев *2* и *7* маховиком задней бабки станка. Затем рым-болт вывертывают и над подшипником устанавливают кожух, предохраняющий рабочего от брызг баббита. После этого станок включают и баббит заливают мерным ковшом через воронку *5*. Биметаллические втулки заливают, как правило, на центробежных машинах. Применение биметаллических подшипников (втулок) уменьшает расход антифрикционных сплавов и позволяет использовать их отходы для изготовления доброкачественных подшипников. В условиях монтажных работ рекомендуется после расточки втулки внутреннюю поверхность ее протравить и нейтрализовать.

К одной стороне втулки приварить донышко, в образовавшуюся полость заложить в нужном количестве лом-бронзу, стружку и засыпать непрокаленную буру. Установить второе донышко и кругом его обварить. Затем нагреть втулку индуктором высокочастотной установки или на горне до 1000–1100 °C, т. е. до расплавления бронзы с небольшим подогревом (время нагрева 5–10 мин). После этого один конец втулки с расплавленной бронзой зажать в патроне токарного станка, а другой поджать вращающимся центром, затем надеть защитный кожух и включить станок.

СТАТИЧЕСКАЯ БАЛАНСИРОВКА

Статической балансировке подвергают окончательно обработанные детали, имеющие сравнительно большой диаметр и незначительную длину: маховики, шкивы, зубчатые колеса, роторы и т. д.

Балансировка на призмах (рис. 22). Призмы изготовляют из закаленной стали (углеродистой, качественной), рабочие поверхности тщательно отшлифовывают до значений параметра шероховатости *Ra* 0,08–0,16 мкм. Длину призм подбирают такой, чтобы деталь при перекатывании могла сделать 1,5–2 оборота

$$L = (1{,}5 - 2)\,\pi d,$$

где L – длина призмы, мм; d – диаметр шейки вала, мм.

Ширину рабочей поверхности призм принимают в зависимости от массы детали:

Масса детали, кг	До 3	3 – 30	30 – 300	300 – 2000
Ширина призмы, мм	0,3	3	10	30

Призмы устанавливают по уровню; отклонение от горизонтального положения не должно превышать 0,02 мм на длине 1000 мм. Допустимая непараллельность призм не более 1 мм на той же длине.

Ось вала балансируемой детали должна быть перпендикулярна к призмам. У несбалансированных деталей, находящихся в состоянии

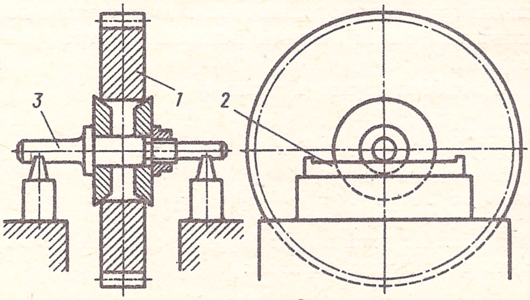


Рис. 22. Схема балансировки колеса на призмах:
1 – зубчатое колесо; *2* – призма; *3* – оправка

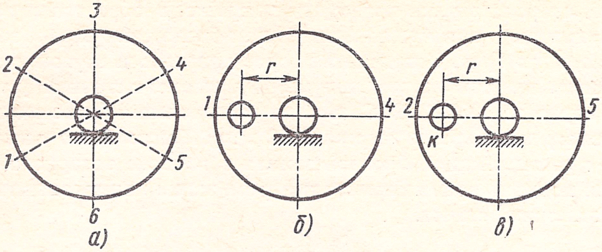


Рис. 23. Статическая балансировка диска:

а – деление окружности на шесть частей; *б* – подбор груза в положении *1*; *в* – подбор груза в положении *2*

покоя, центр тяжести не совпадает с осью вращения и расположен ниже центра вращения на одной с ним линии. Выведенная из состояния покоя, деталь стремится занять его вновь. Для уравновешивания выявленного дисбаланса деталь легкими толчками перекатывают на призмах в положение, когда наиболее тяжелая ее часть окажется в горизонтальной плоскости, затем либо снимают металл на «тяжелой» стороне детали, либо добавляют груз на «легкой» до тех пор, пока деталь не уравновесится на призмах. Затем равновесие детали проверяют во всех положениях путем поворота относительно оси вращения на любой угол – деталь должна находиться в состоянии равновесия. Если такого равновесия не будет, проводят повторное уравновешивание.

Для выявления и устранения скрытого дисбаланса окружность детали делят на шесть равных частей и проводят радиальные лучи (рис. 23). Два противоположных деления должны быть расположены в горизонтальной плоскости. В точке, находящейся на расстоянии, равном радиусу r, подвешивают грузы $к$ массой 10 г и более (15, 20 г и т. д.). В зависимости от массы балансируемой детали грузы подвешивают до тех пор, пока деталь не выйдет из состояния равновесия и не начнет медленно поворачиваться на призмах. Операцию подбора и подвешивания грузов, выводящих деталь из состояния покоя, проводят для каждого из шести делений, подвешивая эти грузы все время с одной стороны.

Результаты подбора грузов заносят в таблицу:

Положение детали	1	2	3	4	5	6
Масса груза $к$, выводящего деталь из равновесия	$к_1$	$к_2$	$к_3$	$к_4$	$к_5$	$к_6$

Скрытый дисбаланс детали (массу уравновешивающего груза) можно подсчитать следующим образом:

$$(к_{max} - к_{min})/2,$$

где $к_{max}$ и $к_{min}$ – наибольшее и наименьшее значения массы грузов.

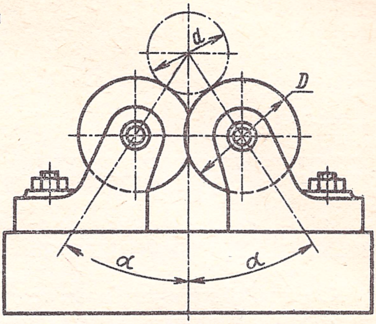


Рис. 24. Приспособление для балансировки на вращающихся опорах

Уравновешивающий груз закрепляют на детали по радиусу со стороны κ_{max} и еще раз проверяют правильность балансировки.

Балансировка на вращающихся опорах. В качестве вращающихся опор применяют шарико- или роликоподшипники (рис. 24). Процесс балансировки осуществляется так же, как и на призмах. Точность балансировки тем больше, чем меньше сопротивление в опорах, чем больше диаметр опор, чем больше угол α и чем меньше отношение $d:D$. На вращающихся опорах возможна балансировка деталей с разными диаметрами шеек вала. Практикой установлены следующие размеры роликов в зависимости от массы уравновешиваемых деталей:

Масса детали, кг	Диаметр ролика, мм	Длина ролика, мм
До 250	100	40
250 – 1500	150	70
1500 – 10 000	250	250

Глава 8

СБОРОЧНЫЕ РАБОТЫ

РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Качество сборки резьбовых соединений определяется правильностью затяжки болтов и гаек, достижением необходимых посадок, отсутствием перекосов в соединениях и искривления болтов и шпилек, надежностью стопорных устройств.

Гайки следует затягивать постепенно, сначала наполовину заданного усилия, а затем окончательно. В групповых соединениях необходимо соблюдать определенную последовательность затягивания гаек: при сборке корпусов больших редукторов, блоков двигателей, сначала затягивают среднюю пару гаек, затем пару соседних справа, потом пару соседних слева и т. д., постепенно приближаясь к концам. При расположении гаек по окружности, например на фланцах, крышках цилиндров, их затягивают крест-накрест. Чтобы равномерно и правильно затянуть гайки в ответственных соединениях, используют или ключи с одинаковой длиной рукоятки, или с регулируемым крутящим моментом, так называемыми предельными ключами.

Затяжку резьбовых соединений можно контролировать измерением величины удлинения болта или шпильки. Удлинение болта измеряют микрометром или индикатором. Вначале микрометром измеряют длину болта перед затягиванием, а затем после затягивания. Удлинение болта индикатором измеряют с помощью контрольного штифта, устанавливаемого в специальное отверстие болта.

Устанавливают болты только тех типов и размеров и в таком количестве, как это предусмотрено чертежом.

Важным условием нормальной работы резьбового соединения является отсутствие изгибающих напряжений в теле болта или шпильки. Гайки должны навинчиваться до места посадки от руки. При соединении деталей с наклонными поверхностями устанавливают косые шайбы. В собранном соединении стержень болта (шпильки) не должен выступать над гайкой более чем на 2–3 витка резьбы.

Шпильки необходимо ставить в тело детали с плотной посадкой на краске (сурик, белила) и строго перпендикулярно к той поверхности, в которую они ввинчиваются. Недопустимо подгибать шпильки, если они не попадают в отверстия детали, так как они при этом деформируются у основания и могут лопнуть во время работы. Перекос шпилек можно исправить только нарезанием новой резьбы. Шпильки, вывертывающиеся при отвинчивании гаек, подлежат замене.

При установке большого количества шпилек рекомендуется пользоваться шпильковертами. Длина нарезанной части шпилек и глубина отверстий для них (рис. 1) должны соответствовать следующим размерам, мм (d – диаметр шпильки; P – шаг резьбы):

	Стальная деталь	Чугунная деталь
Общая глубина сверления L_3	$1{,}5d + 4P$	$1{,}6d + 2P$
Глубина нарезки L_2	$1{,}0d + 4P$	$1{,}25d + 2P$
Длина нарезки шпильки L_1	$1{,}0d$	$1{,}35d$

Герметичность трубных соединений с цилиндрической нарезкой достигается при короткой резьбе заклиниванием муфты или фланца (рис. 2, *а*), при длинной резьбе – с помощью контргайки (рис. 2, *б*). Заклинивание образуется на последних витках резьбы, имеющих неполную резьбу, называемую сбегом. Для обеспечения заклинивания длина резьбы на каждой соединяемой трубе должна быть меньше половины длины муфты. При этом между концами труб при полном их свинчивании будет оставаться зазор в 2–3 мм. Выполненное таким образом соединение является неразъемным.

Для разъемного соединения труб применяют муфты и контргайки (см. рис. 2, *б*). При этом длина резьбы на конце одной трубы должна быть такова, чтобы на нее навинчивались контргайки и муфта и два-три витка остались свободными. При нарезании трубы под фланец длину резьбы на конце трубы делают немного меньше длины резьбы фланца.

В качестве смазочного материала при нарезании труб применяют олифу. Для уплотнения резьбового соединения служит льняная прядь или асбестовый шнур, раскрученный на отдельные пряди, и суриковая замазка, приготовленная из двух частей свинцового сурика и одной части олифы (по массе). Намотку пряди следует вести по направлению

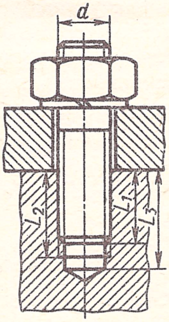


Рис. 1. Глубина отверстий для шпилек

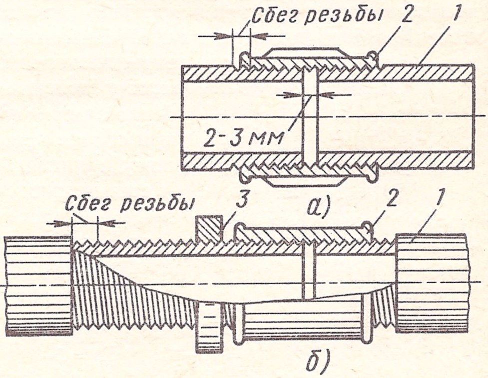


Рис. 2. Соединение труб с помощью муфт: *а* – с короткой резьбой; *б* – с длинной резьбой; *1* – труба; *2* – муфта; *3* – контргайка

резьбы равномерным слоем. Применение суриковой замазки и льняных прядей для маслопроводов не допускается. Все резьбовые соединения в трубопроводах для смазочных систем, как правило, делаются на конической трубной резьбе. Преимущество конической резьбы заключается в том, что соединения получаются герметичными без уплотнительных материалов, требуется только смазывание резьбы для облегчения завинчивания. Наибольшая плотность обеспечивается соединением конус на конус. Сборку труб на конических резьбовых соединениях широко применяют также при монтаже трубопроводов санитарно-технических систем. Коническую резьбу на трубах нарезают на трубонарезных станках.

ШПОНОЧНЫЕ И ШЛИЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шпоночные соединения

Перед сборкой проверяют поверхности собираемых деталей и устраняют забоины, заусенцы, задиры и другие дефекты. Отверстия насаживаемой детали центрируют относительно вала по его поверхности. При посадках с натягом применяют специальные приспособления, а в случае необходимости нагревают охватывающую деталь. Сборку соединения контролируют путем покачивания детали на валу, перемещения ее вдоль вала, а также определения биения плотной посадки шпонок.

Клиновые шпонки. При сборке соединения при помощи клиновой шпонки необходимо следить за тем, чтобы шпонка плотно прилегала ко дну паза вала и втулки и имела зазоры по своим боковым стенкам. Уклоны на рабочей поверхности шпонки и в пазу втулки должны совпадать, иначе деталь будет сидеть на валу с перекосом. Точность посадки шпонки проверяется щупом с обеих сторон ступицы. При этом проверяют, нет ли зазора между дном паза ступицы и рабочей гранью шпонки. Наличие зазора с одной стороны свидетельствует о несовпадении уклона шпонки с уклоном шпоночного паза в ступице.

Совпадение уклонов не всегда обеспечивается механической обработкой паза ступицы на станке, поэтому при сборке приходится прибегать к ручному припиливанию или шабрению паза. В соединениях с клиновой шпонкой боковой зазор между пазом и шпонкой $b_1 - b$ (рис. 3,*а*) не должен превышать следующих величин, мм:

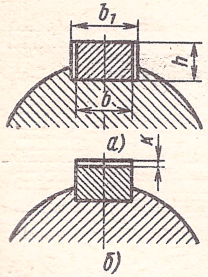


Рис. 3. Шпоночные соединения

Номинальные размеры шпонок		Зазор $(b_1 - b)$
$b = 12-18$;	$h = 5-11$	0,35
$b = 20-28$;	$h = 8-16$	0,4
$b = 32-50$;	$h = 11-28$	0,5
$b = 60-100$;	$h = 32-50$	0,6

Призматические шпонки (рис. 3, *б*). Посадку шпонки в паз вала производят легкими ударами медного молотка, под прессом или с помощью струбцин. Отсутствие бокового зазора между шпонкой и пазом проверяют щупом, затем насаживают охватывающую деталь (зубчатое колесо, шкив, ролик) и проверяют наличие радиального зазора. Шпоночные канавки валов, разбитые в результате неплотной подгонки, исправляют выпиловкой, напильником и шабером, при этом ширину и глубину канавки контролируют штангенциркулем. При большом износе канавок их боковые поверхности обрабатывают на фрезерных и строгальных станках, в соответствии с новым размером шпоночной канавки вала подгоняют шпоночную канавку сопряженной детали (зубчатого колеса, шкива, полумуфты). Шпоночная канавка в сопряженной детали под призматическую врезную шпонку выполняется одинаковой глубины, а под врезную клиновую шпонку – с уклоном 1 : 100.

Расширение шпоночной канавки возможно на 10–15% ее первоначального размера. Новую шпонку изготовляют с учетом размеров расширенной канавки из материала, предусмотренного чертежом. Шпонку обрабатывают с припуском 0,1–0,15 мм с учетом последующей подгонки с контролем прилегания на краску по шпоночным канавкам вала и сопрягаемой детали, при этом у призматической шпонки все грани должны быть параллельны, а у клиновой по рабочей плоскости должен быть уклон 1 : 100.

В собранном соединении (см. рис. 3, *б*) между верхней гранью призматической шпонки и основанием паза ступицы должен быть зазор следующей величины:

Диаметр вала, мм	25 – 90	90 – 170	Свыше 170
Зазор, мм	0,3	0,4	0,5

Шлицевые соединения

Шлицевые соединения бывают подвижными, когда охватывающие детали могут перемещаться вдоль вала, и неподвижными, когда охватывающие детали плотно закреплены на валу. Подвижные шлицевые соединения обычно собираются вручную, неподвижные получают при напрессовывании охватывающей детали на вал. Неподвижные шлицевые соединения после сборки проверяют на биение, а подвижные – на угловое смещение. При сборке ответственных шлицевых соединений дополнительно проверяют прилегание их сопрягаемых поверхностей на краску. Применяют прямобочные, эвольвентные, трапецеидальные и треугольные шлицевые соединения. Наиболее распространены первые два вида соединений. **Прямобочные шлицевые соединения** различают по способу центрирования втулки относительно вала (рис. 4). Когда точность центрирования не имеет существенного значения и в то же время требуется обеспечить достаточную прочность соединения, применяют *центрирование по боковым сторонам зубьев* (карданное сочленение в автомобилях). Когда в механизмах требуется кинематическая точность (станки, автомо-

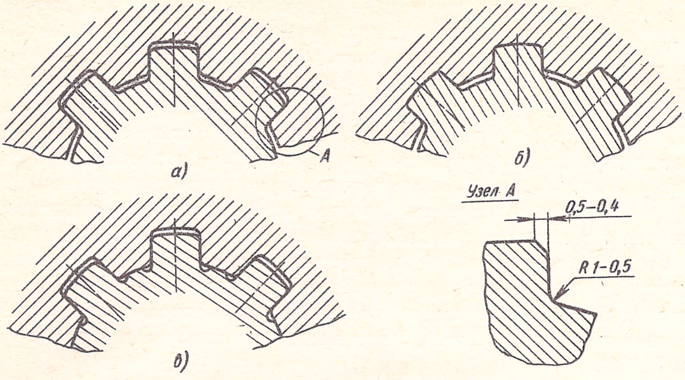


Рис. 4. Способы центрирования прямобочных шлицевых соединений:
а – по боковым сторонам зубьев; *б* – по наружному диаметру; *в* – по внутреннему диаметру

били и др.), применяют *центрирование по наружному или внутреннему диаметру*. Центрирование по наружному диаметру как более экономичное применяют для термически необработанных охватывающих деталей или в случае, когда их твердость допускает калибрование протяжкой после термической обработки. Если твердость деталей не позволяет производить калибрование, то применяют центрирование по внутреннему диаметру.

При центрировании по наружному диаметру фаски или скругления делают на углах зубьев вала, а при центрировании по внутреннему диаметру – в углах впадин отверстия.

Эвольвентное шлицевое соединение имеет следующие преимущества: повышенную прочность, лучшее центрирование сопрягаемых элементов и свойство шлицевых втулок самоустанавливаться на валу под нагрузкой. Благодаря применению червячной фрезы технология изготовления шлицевого вала является более совершенной. При обработке шлицевых валов можно провести точную обработку зуба – шевингование, шлифование по методу обкатки и другие способы.

Рис. 5. Эвольвентное шлицевое соединение:
а – центрирование по боковым сторонам зубьев; *б* – центрирование по наружному диаметру зубьев

Центрирование эвольвентных шлицевых соединений производят, как правило, по боковым сторонам зубьев (рис. 5, *а*). Когда необходима особенно высокая точность вращения деталей, посаженных на шлицевой вал, применяют центрирование по наружному диаметру (рис. 5, *б*). Перед сборкой шлицевых соединений необходимо тщательно осмотреть собираемые детали и удалить с поверхности шлицев забоины, заусенцы, запилить острые края и снять фаски на торцах вала втулки. Сопрягаемые поверхности должны быть смазаны.

ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

В зависимости от начального диаметра отверстий в деталях применяют следующие два способа подготовки отверстий под клепку: прочистка отверстий, проколотых или просверленных на полный диаметр, разверткой того же диаметра; рассверливание на полный диаметр отверстий, проколотых или просверленных на меньший диаметр. Плотное соприкосновение деталей между собой в сборочном стыке достигается стягиванием их болтами. Диаметр болтов должен быть на 2–4 мм меньше диаметра отверстий. При сборке стыков запрещается увеличение диаметров заклепочных отверстий, а также пригонка деталей сильными ударами, которые вызывают перенапряжение соединения.

Стыки, собранные для рассверливания или прочистки отверстий, должны удовлетворять следующему требованию: щуп толщиной 0,3 мм не должен проходить между соприкасающимися поверхностями на глубину более 20 мм. К рассверливанию или прочистке отверстий следует приступать только после затяжки гайками всех сборочных болтов. Рассверливание, зенкование и прочистку отверстий под клепку производят при помощи радиально-сверлильных станков, пневматических или электрических ручных машин и в исключительных случаях — трещоток. Рассверливают отверстия зенкерами, а прочищают развертками. Для рассверливания отверстий на открытых свободных местах применяют прямые сверлильные машины, а для работы в стесненных местах — угловые. Рассверливание отверстий производят с заменой болтов, поставленных при сборке стыка, болтами большего размера. Наружные края рассверленных отверстий зачищают зенкером.

Отверстия под заклепки с потайной головкой зенкуют сверлами большого диаметра. Для охлаждения сверл, разверток и зенкеров рекомендуется применять охлаждающие жидкости.

При изготовлении стальных конструкций для рассверленных и прочищенных отверстий допускаются отклонения их диаметров в следующих пределах, мм:

Номинальный диаметр отверстия	17	20	23	26	29
Фактический диаметр отверстия по наименьшему измерению	17–17,5	20–20,5	23–23,7	26–26,7	29–30
Овальность	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5

Когда отверстия имеют дефекты, превышающие допуски, установленные техническими условиями, они могут быть рассверлены на больший диаметр с разрешения конструктора, если это возможно по условиям прочности соединения.

Холодная клепка применяется довольно редко (при диаметре заклепок до 10 мм). Горячая клепка состоит из следующих операций: нагрева заклепок, установки раскаленной заклепки в заранее подготовленное отверстие, осаживания клепальным инструментом стержня заклепки, образования замыкающей головки. Образование замыкающей головки и полное заполнение отверстия металлом происходит за счет металла выступающего конца стержня, который должен иметь достаточную длину.

Необходимую длину заклепки с полукруглой замыкающей головкой можно определить по формуле

$$L = 1{,}18\,(l + d),$$

где L – длина стержня заклепки; l – толщина склепываемого пакета; d – диаметр отверстия.

Для склепывания стыков толщиной, не превышающей 4,5 диаметров заклепочного стержня, применяют заклепки с полукруглыми, потайными и полупотайными головками (ГОСТ 10299–80, ГОСТ 10300-80, ГОСТ 10301–80). При клепке вручную пневматическими молотками заклепки нагревают до 1050–1150° С (светло-красное каление). Машинная клепка скобами может производиться заклепками, нагретыми до 750–850° С (темно-красное каление).

Чеканка заклепочных швов проводится для обеспечения необходимой плотности заклепочных швов путем обжатия кромок листов и головок и осуществляется в следующей последовательности: сначала пробивают канавку шва, затем осаживают металл ниже канавки и сглаживают кромку. Полукруглую канавку вдоль кромки листа пробивают чеканом с закругленным буртиком, а подборку материала и сглаживание кромки производят чеканом с затупленным концом. Для чеканки заклепочных головок применяют чеканы, скругленные по радиусу головки.

Чеканку выполняют с помощью ручных или пневматических рубильных молотков и ведут ее с одной или двух сторон заклепочного соединения в зависимости от внутреннего давления в изготовляемом сосуде и его назначения. Уплотнение заклепочного шва чеканкой обеспечивается при толщине листа не менее 5 мм. При толщине листа 4 мм и менее шов уплотняют тонкой льняной лентой, пропитанной свинцовым суриком на натуральной олифе. Ленту между листами надо прокладывать до засыхания олифы.

По техническим условиям на изготовление сосудов после чеканки проводят гидравлические испытания сосудов, работающих под давлением. Сосуды, предназначенные для работы при небольшом давлении, проверяют наполнением водой или керосином.

Проверка качества заклепочных соединений. Качество установленных

заклепок проверяют наружным осмотром, остукиванием их молотком, а также шаблоном по заклепочным головкам. Заклепки диаметром до 19 мм остукивают молотком массой 0,25 кг, а свыше 19 мм – молотком массой 0,4 кг. Плотность сопряжения деталей в собранном стыке проверяют щупом толщиной 0,03 мм; допустимая глубина прохождения щупа между соприкасающимися поверхностями 5–10 мм. Все заклепки должны быть плотно посажены и не вибрировать при остукивании молотком. Головки заклепок должны быть полномерными, без зарубок и вмятин, плотно прижаты по всей окружности и центрированы по оси заклепки. Заклепки, имеющие дефекты, выбраковывают и заменяют новыми. Подчеканка слабо натянутых и неплотно прилегающих заклепок запрещается.

СОЕДИНЕНИЯ С НАТЯГОМ

При сборке соединений с натягом посадку деталей производят запрессовкой. Перед запрессовкой необходимо тщательно осмотреть поверхности соединяемых деталей и смазать их. После этого охватываемую деталь под давлением пресса вводят в отверстие охватывающей детали или, наоборот, охватывающую деталь насаживают ее отверстием на охватываемую деталь. Основным оборудованием для выполнения соединений с натягом служат прессы различных типов: с механическим приводом (винтовые, реечные), пневматические и гидравлические.

Для запрессовки и распрессовки крупных деталей при сборке оборудования часто применяют гидравлические домкраты, снабженные специальными приспособлениями. Детали небольших диаметров запрессовывают вручную легкими ударами молотка. При этом необходимо следить за тем, чтобы удар молотка приходился по головке оправки или по специальной наставке и чтобы деталь плотно села на место своим буртиком или упором, последний удар должен быть сильным и резким.

Широко применяют термопосадку – соединение деталей с предварительным нагревом охватывающей детали или охлаждением охватываемой. Термопосадку применяют главным образом при больших диаметрах деталей или натягах больше 0,1 мм либо в случае, когда мощность имеющегося оборудования недостаточна для запрессовки деталей в холодном состоянии. Нагревают детали в ваннах с горячей водой, маслом или расплавленным свинцом (этим обеспечивается равномерный прогрев детали), пламенем газовой горелки, в горнах или электрическим током. Температура нагрева деталей и величина натяга задаются техническими условиями на сборку соединения.

Посадку способом охлаждения охватываемой детали применяют для небольших тонкостенных изделий, которые должны быть посажены в массивные детали (например, при запрессовке втулок или подшипников в станины, коробки редукторов и др.). Детали охлаждают в специальных сосудах, наполненных жидким воздухом, кислородом или азотом, что создает разность температур 190–210 °С, или в твердой

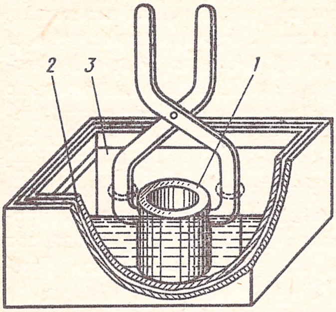


Рис. 6. Бак для охлаждения втулок:
1 – втулка; *2* – теплоизоляция; *3* – уровень жидкого азота

углекислоте (сухой лед), которая создает разность температур 100°С. Рекомендуется охватывающую деталь охлаждать в жидком азоте (температура кипения 190° С). Перед запрессовкой на сопрягаемых поверхностях снимают заусенцы и удаляют тщательной протиркой чистой ветошью загрязнения и масло.

На рис. 6 показана конструкция специального бака для охлаждения втулок. Бак имеет изолированные между собой двойные стенки для уменьшения теплопроводности и соответственно уменьшения расхода жидкого азота.

Втулку опускают в бак при помощи клещей и наливают жидкий азот из сосудов «Дюара» до полного омывания втулки. Расстояние от края бака до зеркала жидкого азота должно быть не менее 80–100 мм. После опускания втулки и заливания жидкого азота бак закрывают крышкой с отверстием для выхода испаряющегося азота. По мере испарения из бака жидкого азота его доливают. Время выдержки в жидком азоте: 7–10 мин для втулок с толщиной стенки 8–10 мм; 12–15 мин – с толщиной стенки 20–30 мм. Расход жидкого азота – 0,8 л на 1 кг массы охлаждаемой детали.

Все большее применение находит новый метод запрессовки и распрессовки соединений с натягом, получивший название гидропрессового. Сущность метода заключается в создании между контактными поверхностями сопрягаемых или сопряженных деталей *1* и *2* слоя масла *3*, находящегося под высоким давлением (рис. 7). Вследствие высокого (в пределах 100 МПа) или очень высокого (в пределах 100–200 МПа)

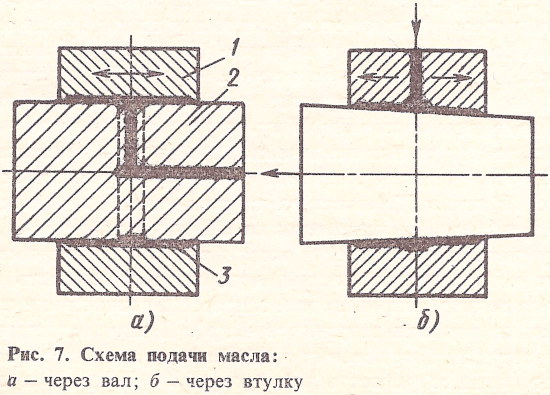


Рис. 7. Схема подачи масла:
а – через вал; *б* – через втулку

давления масла в зависимости от величины натяга происходят упругие деформации диаметра втулки и диаметра вала, в результате чего непосредственный контакт сопрягаемых поверхностей почти ликвидируется. Между поверхностями сопряжения деталей образуется зазор, и соединение из неразъемного превращается в разъемное.

Для подвода масла в одной из сопрягаемых деталей делают одну или несколько канавок, связанных с резьбовым отверстием, служащим для подсоединения насоса высокого давления. Для подвода масла можно применять как ручные насосы, так и насосные агрегаты различной конструкции. В отдельных случаях могут быть использованы типовые автомобильные солидолонагнетатели. Канавки для подвода масла должны быть предусмотрены заранее при разработке конструкций узлов и механизмов машин, причем количество и расположение их существенно влияют на процесс запрессовки и распрессовки.

При выполнении монтажных работ, а также при необходимости разборки соединений, находящихся в эксплуатации, детали могут быть подвергнуты распрессовке и запрессовке указанным методом. Для этого сверлят одно или два отверстия диаметром 5–7 мм, нарезают резьбу для подсоединения насоса, подающего масло между контактируемыми поверхностями деталей.

ПОДШИПНИКИ

Подшипники скольжения

Все подшипники скольжения, встречающиеся в машинах, можно разделить на две группы: неразъемные – в виде цельных втулок или в виде отверстий в корпусных деталях, залитых антифрикционными сплавами, и разъемные – с вкладышами и без вкладышей, корпусы которых заливают антифрикционным сплавом.

Неразъемные подшипники. Их сборка заключается в запрессовке втулки в корпус, стопорении ее от проворачивания и в пригонке отверстия по валу. После запрессовки внутренний диаметр втулки может уменьшиться. В этом случае втулку расшабривают или обрабатывают разверткой. Полную соосность подшипников многоопорных валов получают при совместном развертывании втулок.

Целесообразно применять посадку различных втулок с предварительным охлаждением их жидким азотом. При этом появляется возможность замены посадок квалитета 8 посадками квалитета 10 и отпадает необходимость устанавливать винты крепления втулок во время эксплуатации вследствие гарантированного натяга.

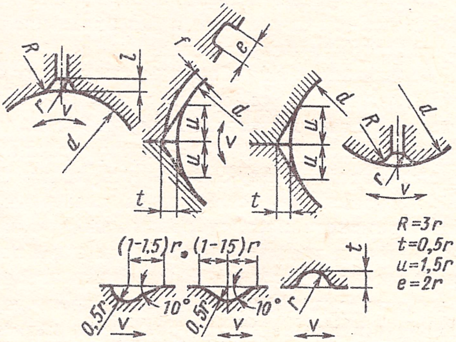
Разъемные подшипники. При правильной обработке и сборке вкладышей между подшипником и валом образуется зазор, заполняемый смазочным материалом. Обычно зазор равен 0,0018 – 0,0025 диаметра шейки вала. Сборку разъемных подшипников начинают с пригонки их вкладышей по наружному диаметру к корпусу подшипника по краске и щупу (обычно щуп 0,25 мм не должен проходить в месте соприкосновения вкладыша с подшипником), затем на шейке вала уста-

навливают подшипник с вкладышем, предварительно покрытым тонким слоем краски, и равномерно затягивают болты. Для получения отпечатков краски на поверхности вкладыша вал проворачивают, затем подшипник разбирают и шабрят вкладыш. Подгонку проводят до тех пор, пока равномерно распределенные отпечатки краски не будут занимать 70–80% общей поверхности вкладыша. Радиальный зазор между шейкой и верхним вкладышем проверяют щупом или по свинцовому оттиску.

Рабочие поверхности вкладышей подшипников металлургического оборудования должны быть пришабрены по шейке вала с плотностью шабровки не менее четырех пятен на 1 см^2 для быстроходных валов (более 300 об/мин) и не менее двух пятен – для валов с числом оборотов до 300 в минуту. Наибольшее число пятен должно быть на участке, расположенном симметрично под углом 80–90° относительно направления действия нагрузки; шейка вала должна прилегать к вкладышу не менее чем на 60% поверхности опорного вкладыша. В подшипниках, испытывающих знакопеременную нагрузку, пришабриванию подлежит как нижний, так и верхний вкладыши.

Для нормальной работы подшипника необходимо обеспечить правильный подвод и распределение смазочного материала по масляным каналам, расположенным во вкладышах или на цапфе вала по направлению вращения цапфы. Канавки не должны иметь острых

1. Размеры масляных канавок, мм



d	До 60	65–80	85–90	95–110	115–140	145–180	185–260	265–380	385–500
r	3	4	5	6	7	8	10	12	16
f	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5	3	4

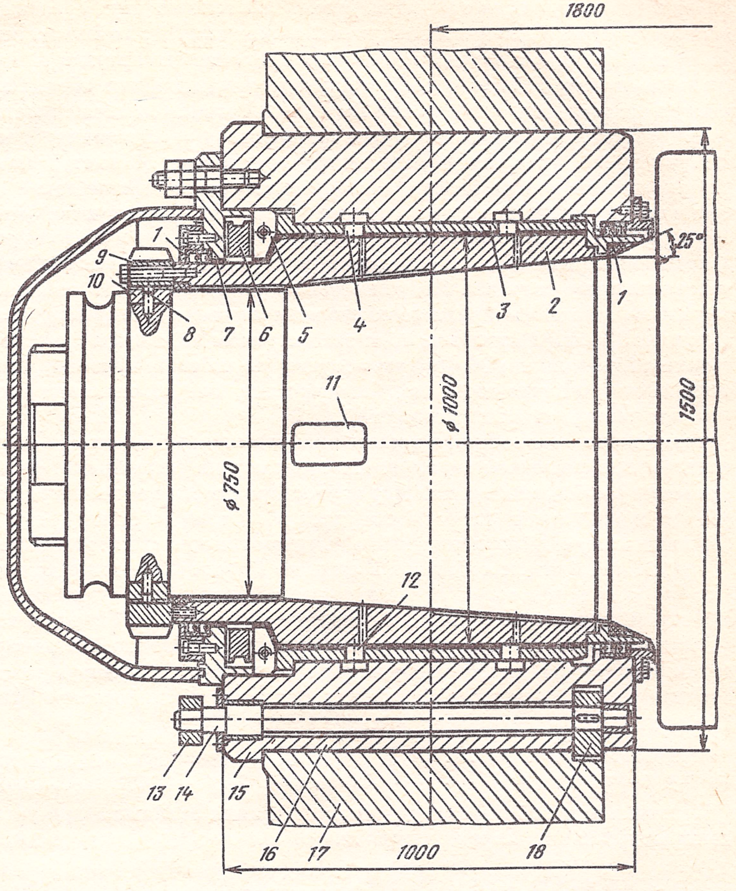


Рис. 8. Подшипник жидкостного трения

кромок, так как они снимают смазочный материал с поверхности вала и ухудшают условия работы подшипника.

Масляные канавки (табл. 1) выполняют по шаблону. Длина их с карманами должна быть 0,8 длины вкладыша.

Подшипники скольжения закрытого типа жидкостного трения применяют на валках мелкосортных и проволочных станов, а также на опорных валках станов горячей и холодной прокатки. При всех условиях работы между поверхностями цапфы и вкладыша такого подшипника всегда сохраняется масляная пленка. Коэффициент трения в этих подшипниках 0,0015 – 0,003.

Подшипник жидкостного трения (рис. 8) состоит из двух основных деталей: массивной конической втулки *2* и вкладыша *3* с тонким слоем баббитовой заливки. Наружную поверхность конической втулки и внутреннюю поверхность вкладыша очень точно и тщательно обрабатывают (шероховатость поверхности *Ra* 0,04–0,02 мкм). Смазочный материал поступает в подшипник через отверстие *4* и отводится через отверстие *12*. Осевые усилия передаются через кольцевой выступ детали *6* на упорное кольцо *5*. Втулка *2* закрепляется на цапфе шпонкой *11* и кольцом *9*, навинчиваемым на кольцо *10*, состоящее из двух половин, оно вставляется в кольцевой паз и фиксируется штифтами *8*. Для предохранения подшипника от попадания пыли установлены севанитовые уплотнительные кольца *1*. Подушки валков устанавливают в станинах по-разному. Правая подушка *16* со стороны смены валков фиксируется в станине *17* своим приливом *15* и эксцентриком *18*, поворачиваемым рычагом *13* и валиком *14*. Другую подушку (со стороны привода) устанавливают в станине свободно, без фиксации, для компенсации возможных температурных расширений.

Подшипники жидкостного трения смазываются от отдельной циркуляционной смазочной системы. Их собирают на специальном рабочем месте с соблюдением всех мер предосторожности против загрязнения и повреждения поверхности трения. Перед сборкой детали подшипника промывают, тщательно вытирают и осматривают поверхности трения. Вначале собирают в станине *17* уплотнительные кольца *1* со стороны бо́чки валка, после этого в подушку опускают вкладыш *3*, а затем коническую втулку *2* с разрезным кольцом *5*. При этом коническая втулка *2* должна входить во вкладыш *3* свободно, без дополнительных усилий. Затем устанавливают крышку *7*, регулируя зазор прокладками. Величину зазора следует выдерживать по чертежу. Приблизительные значения зазоров следующие.

Диаметр подшипника, мм	До 500	500–1000	Свыше 1000
Зазор в долях диаметра	0,001–0,002	0,0015–0,0003	0,001–0,0003

Подгонка (пришабривание) поверхности трения вкладыша при установке подшипника не рекомендуется.

Подшипники с неметаллическими вкладышами

В станах горячей прокатки, бо́чки и шейки валков которых интенсивно охлаждаются водой, устанавливают подшипники с вкладышами из текстолита, лигнофоля и прессованной древесины. Вкладыши и втулки из текстолита (рис. 9) и лигнофоля склеены из отдельных пластин, вставленных в специальные металлические кассеты. Для их склеивания применяют универсальные клеи – карбинольный, БФ-2 и БФ-4.

Цельнопрессованные подшипники (рис. 10) изготовляют из ткани, уложенной слоями, из обрезков ткани (текстильной крошки) и из крошки кусков древесного шпона. Материал пропитывают смолой, просушивают, а затем прессуют в специальных пресс-формах при удельном давлении 40–60 МПа и нагреве до 165 °С. При сборке этих

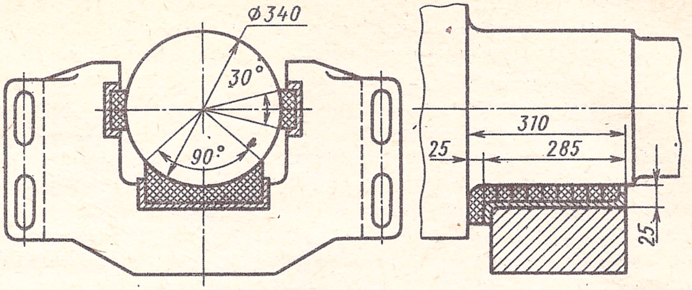


Рис. 9. Текстолитовый наборный вкладыш для нижнего валка

подшипников необходимо предусматривать зазор между шейкой валка и вкладышами несколько больший, чем это принято в деталях с бронзовыми или чугунными вкладышами, так как разбухание материала вкладыша может привести к защемлению валка. Величины зазоров в цельнопрессованных неметаллических вкладышах рекомендуются $0{,}003-0{,}006D$, а во вкладышах, склеенных из пластин, $0{,}002-0{,}004D$. В зависимости от условий и режима работы неметаллические вкладыши смазывают водой или водной эмульсией, а также пластичным смазочным материалом и минеральными маслами. Во время приработки подшипники необходимо охлаждать, не допуская нагрева их выше 80 °C, так как при более высокой температуре начинается интенсивное разбухание, а в дальнейшем и обугливание материала.

Для смазывания и охлаждения текстолитовых подшипников должно подаваться воды не менее 0,75 л/мин на 1 см^2 площади вкладыша. Открытые подшипники из пластмасс могут работать почти до полного изнашивания тела вкладыша. Ограничением выработки является недопустимость соприкосновения цапфы вала с металлической кассетой

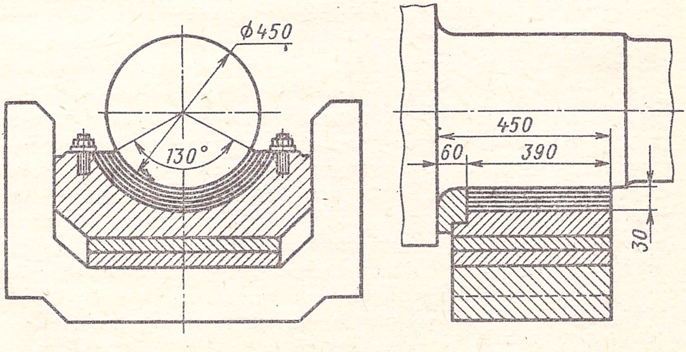


Рис. 10. Цельнопрессованный подшипник для нижнего валка

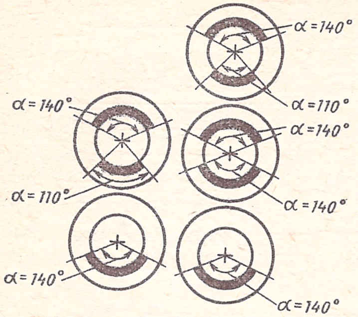


Рис. 11. Расположение вкладышей в подшипниках открытого типа

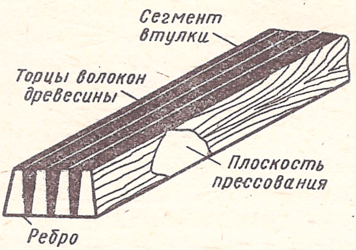


Рис. 12. Сегмент втулки из ДСП

или корпусом. В зависимости от размеров вкладышей допускается износ 5–40 мм. При этом не допускается износ, при котором расход охлаждающей жидкости возрастет больше чем в 2 раза по сравнению с ее расходом в условиях нормальной работы.

Цельнопрессованные текстолитовые вкладыши подшипников для рабочих валков станов изготовляют со съемным фланцем или как одно целое с фланцем. Расположение вкладышей в подшипниках открытого типа должно соответствовать расположению, показанному на рис. 11.

Шероховатость поверхности шейки валка и торца бочки валка, сопрягаемая с подшипником, должна быть не более *Ra* 1 мкм.

При установке вкладыша в кассету или подушку наружная поверхность его в средней части в пределах угла охвата 60° должна плотно прилегать к поверхности кассеты или подушки. Для остальной части той же поверхности допускается прилегание не менее чем на 75%.

Древеснослоистые пластики (ДСП) применяют в подшипниках трения скольжения следующего прокатного оборудования: в подушках рабочих клетей, подшипниках прави́льных машин, шпиндельных устройствах прокатных станов и ножниц, передвижных упорах, ножницах и т. п.

Рабочая поверхность (поверхность трения) деталей из ДСП должна быть образована торцами волокон древесины. Плоскость прессования материала расположена в радиальных сечениях втулки (рис. 12).

Рабочие поверхности шейки вала, а также галтели должны быть отшлифованы до шероховатости *Ra* 0,03–1,0 мкм.

Вкладыши собирают по посадке с натягом, допуск на диаметр по квалитету 10. Посадку втулок на место проводят запрессовкой. Запрессованные втулки дополнительно крепить от проворачивания в корпусе не следует. Верхние вкладыши закрепляют в крышках подшипников замыкающими планками. Плоскость разъема вкладышей в подшипниках уплотняют прокладками из паронита. По мере изнашивания вкладышей зазор между цапфой и вкладышем регулируют за

счет снятия кромок верхнего вкладыша в плоскости разъема подшипника. Правильность прилегания вкладыша или втулки по длине шейки вала проверяют по краске. Вкладыши и втулки, изготовленные из ДСП, независимо от длительности их хранения после механической обработки, подвергают консервации парафином.

Подшипники смазывают минеральными маслами или мазями. Смазочный материал выбирают в зависимости от условий и режима работы подшипника. Смазочный материал должен подводиться в ненагруженную зону подшипника и распределяться вдоль подшипника через продольную смазочную канавку вкладыша. Смазочные канавки и холодильники во избежание ослабления сечения вкладыша или втулки делают минимальными.

Подшипники качения

Подшипники качения рекомендуется вынимать из упаковки только перед монтажом. Распакованный подшипник должен быть промыт в бензине или горячем минеральном масле. Для пожарной безопасности в бензин добавляют до 3% четыреххлористого углерода. Для промывания также применяют горячие антикоррозионные водные растворы, нагретые до температуры 75–85 °C, например антикоррозионный водный раствор, состоящий из 0,5 – 1,0% триэтаноламина; 0,15–0,2% нитрита натрия; 0,02–0,1% смачивателя ОП (остальное – вода).

Бензином подшипники промывают следующим образом: в чистое ведро или бачок наливают достаточное количество бензина и 6 – 8% объема бензина легкого минерального масла, например индустриального ИС-12 или ИС-20, затем подшипники средних и малых размеров погружают в бензин и, придерживая внутреннее кольцо, медленно вращают наружное кольцо до полного очищения сепаратора, дорожек и тел качения подшипника от смазочного материала. Если подшипники были сильно загрязнены, то во избежание повреждения твердыми частицами грязи полированных рабочих поверхностей их следует, не вращая, предварительно тщательно промыть в бензине до удаления большей части грязи. При значительном количестве одновременно промываемых подшипников рекомендуется иметь две промывочные ванны: для предварительной и окончательной промывки. Промытые подшипники вынимают из ванны, дают стечь бензину и затем просушивают. Промывание подшипников в горячем масле производят в металлических ваннах с электро- или пароподогревом.

На рис. 13 изображена металлическая ванна с электроподогревом. Для предохранения подшипников от соприкосновения с сильно нагретым дном и осевшей грязью в ванне устанавливают решетку, на которую укладывают подшипники. При помощи крюков подшипники опускают на 5 – 20 мин (в зависимости от их габаритных размеров) в ванну с чистым минеральным маслом (индустриальное ИС-12 или ИС-20), нагретым до 100 °C, и несколько раз встряхивают.

По окончании промывания подшипники вынимают из ванны

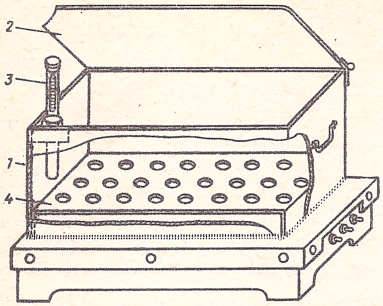


Рис. 13. Металлическая ванна с электроподогревом:

1 – крышка; *2* – термометр; *3* – ванна; *4* – решетка

и укладывают на чистый противень для стекания масла. Сильно загрязненные подшипники следует промывать вторично в другой ванне. При промывании большого количества мелких подшипников удобно пользоваться специальными кассетами – корзинками, изготовленными из проволочной сетки. Подшипники, уложенные в кассету, опускают в ванну с горячим маслом и для ускорения промывки встряхивают. Подшипники можно не промывать, если их упаковка не имеет повреждений, а смазочный материал не затвердел. Во избежание коррозии промытые подшипники не следует брать руками, для этого следует пользоваться чистой бумагой или салфеткой. Подшипники качения можно монтировать только после подготовки и проверки посадочных мест на валу и в корпусе. Посадочные места под подшипниками должны иметь чисто обработанную цилиндрическую поверхность. Посадочные места корпуса и вала, торцов заплечиков, галтелей и сопряженных с подшипниками деталей (фланцев, распорных и дистанционных втулок и др.) тщательно проверяют осмотром. Обнаруженные на поверхностях подшипников забоины и коррозионные пятна должны быть удалены. Забоины и заусенцы удаляют напильником с насечкой №0 с обязательной зачисткой рисок от напильника шлифовальной шкуркой зернистостью 8–3. Все смазочные каналы на валу и в корпусе должны быть проверены, прочищены и продуты сжатым воздухом.

После исправления дефектов механической обработки посадочные места и сопрягаемые с ними детали очищают от стружек, опилок, песка, промывают керосином, протирают насухо чистыми салфетками. Затем проверяют прямолинейность вала, овальность и конусность посадочных мест вала (на токарном станке или в специальных люнетах), посадочные отверстия в корпусе (нутромером или калибром), перпендикулярность поверхности упорного заплечика к оси вращения и радиус галтели у заплечиков вала, который должен быть меньше радиуса подшипника. Детали, имеющие неправильно обработанные посадочные поверхности (конусность, овальность) с отклонениями, превышающими установленные нормы, к монтажу не принимаются. Посадочные места вала и корпуса, а также сопряженные с подшипником детали перед монтажом необходимо покрыть тонким слоем смазочного материала и предохранять от засорения.

При частом монтаже и демонтаже узлов с подшипниками качения посадочные места вала или расточки корпуса перед сборкой смазывают графитной смазкой либо смесью минерального масла с мелкочешуйчатым серебристым графитом.

Сочленение подшипников качения в узле осуществляется с натягом на вал, с натягом в корпус, с натягом на вал и в корпус. Перед установкой подшипников качения на вал в целях облегчения монтажа и во избежание повреждения посадочных мест на валу все мелкие и средние подшипники при посадках с натягом и все крупногабаритные подшипники при переходных посадках нагревают в минеральном масле, температура которого не должна превышать 100 °С. Лучшим способом посадки подшипников на вал, обеспечивающим наиболее точную установку, является запрессовка при помощи пресса. При небольших габаритных размерах вала подшипники монтируют следующими двумя способами: подшипник устанавливают неподвижно и в него запрессовывают вал (рис. 14) либо вал устанавливают неподвижно и на него напрессовывают подшипник. При запрессовке вала в подшипник необходимо обеспечить их соосность, так как перекосы внутреннего кольца подшипника относительно вала затрудняют посадку, приводят к образованию задиров и искажению формы посадочной шейки, а иногда и к разрывам внутренних колец подшипников. Подшипники на вал напрессовывают с помощью специальной монтажной трубы (рис. 15). Во избежание перекоса колец, поломки шариков или разрушения канавок запрещается напрессовывать подшипник ударами, наносимыми непосредственно по кольцу. В случае отсутствия пресса или невозможности его использования наиболее рационально монтировать подшипники при помощи специальной монтажной трубы с заглушкой (рис. 16) и молотка. Во время монтажа подшипника на вал при помощи выколотки необходимо следить за тем, чтобы выколотка плотно касалась торца внутреннего кольца, не касалась сепаратора или наружного кольца. Удары молотком по выколотке следует наносить равномерно и поочередно по диаметрально противоположным точкам окружности торца внутреннего кольца. При установке подшипников качения с помощью монтажной трубы усилие запрессовки следует прикладывать только к тому кольцу подшипника, которое монтируется с натягом, не допуская при этом передачи усилия запрессовки через шарики или ролики (см. рис. 15 и 16). Внутренний диаметр монтажной трубы должен быть немного больше диаметра посадочной шейки вала, а торец трубы ровно подрезан. Удары молотком следует наносить

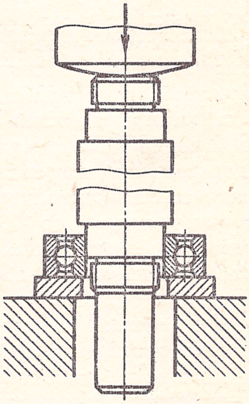


Рис. 14. Посадка вала в подшипник

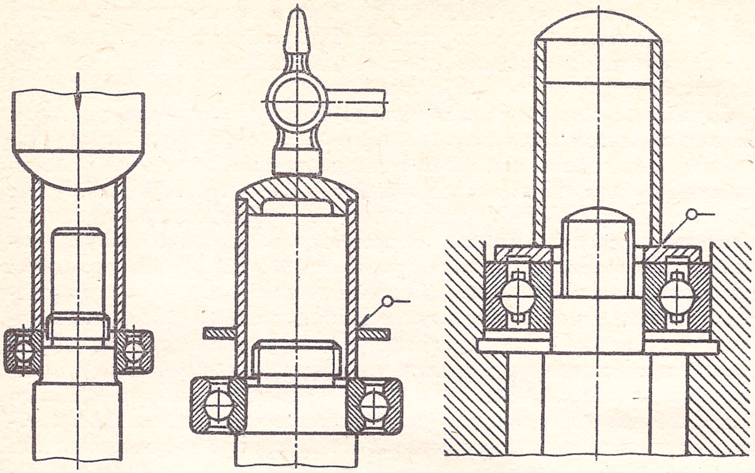


Рис. 15. Посадка подшипника на вал при помощи монтажной трубы

Рис. 16. Посадка подшипника при помощи монтажной трубы с заглушкой

Рис. 17. Специальная оправка для посадки подшипника одновременно на вал и в корпус

по центру головки монтажной трубы. Если подшипник монтируется с неподвижной посадкой в корпус (при подвижной посадке на валу), то могут быть применены все способы монтажа, описанные выше. В большинстве случаев для посадки подшипников в корпус используют специальные монтажные трубы или оправки, аналогичные по конструкции монтажным трубам, применяемым при монтаже подшипников на вал, с соответственно измененными размерами.

При необходимости монтажа подшипника с натягом на вал и в корпус для передачи усилий от монтажной трубы одновременно на оба кольца подшипника к торцу трубы приваривают фланец (рис. 17). Для предотвращения повреждения посадочных мест при посадках наружных колец подшипников в корпусы последние в некоторых случаях подвергают нагреву до 100 °С в масляной ванне или (при больших размерах) в муфельной печи. При посадке необходимо следить за тем, чтобы подшипник был вплотную без зазора доведен до торца заплечика вала. Для этого в период остывания подшипник следует подбивать к заплечику молотком через монтажную трубу. Прилегание подшипника к валу проверяют щупом толщиной до 0,03 мм. При правильной посадке щуп не должен проходить между плоскостями подшипника и заплечиков вала или корпуса. Если окажется, что подшипник недопрессован, то его надо допрессовать в холодном состоянии ударами молотка через медную надставку. Подшипники на закрепительных или

на буксовых (стяжных) втулках устанавливают так, чтобы конусная втулка не слишком распирала внутреннее кольцо подшипника, что может вызвать защемление шариков (или роликов) между кольцами подшипника. Наружное кольцо правильно установленного подшипника на закрепленной втулке должно свободно вращаться от руки. Подшипники с витыми роликами и разрезными наружными кольцами устанавливают при помощи специальных приспособлений, позволяющих сжать наружное кольцо подшипника. После того как подшипник частично вошел в корпус, приспособление снимают и окончательно допрессовывают подшипник. При монтаже упорных подшипников точность посадки кольца, вращающегося вместе с валом, проверяют индикатором, ножка которого должна упираться в беговую дорожку подшипника.

Для правильной работы подшипников, особенно несамоустанавливающихся, необходимо точное совпадение осей вала и корпусов. Несовпадение осей вызывает перегрузку шариков (или роликов) в результате их защемления и приводит к преждевременному выходу подшипников из строя. Поэтому перед монтажом необходимо точно выверить взаимное положение посадочных мест. В результате неправильной обработки посадочных мест разъемного корпуса при установке подшипника между плоскостями разъема может образоваться зазор (до затяжки крышки болтами). При затяжке болтов наружное кольцо подшипника будет деформировано и шарики (или ролики) будут зажаты между кольцами подшипника в двух противоположных зонах. В эксплуатации такой подшипник преждевременно разрушается, поэтому корпусы с такими дефектами необходимо исправлять.

Для монтажа и демонтажа крупных подшипников качения применяют гидропрессовый метод. При подаче масла под давлением в зону контакта сопрягаемых поверхностей вала и подшипника обеспечивается полужидкостное или жидкостное трение, что значительно снижает усилия монтажа и демонтажа подшипников. При монтаже и демонтаже крупных подшипников с конусными посадочными поверхностями применяют гидравлические гайки (домкраты). Гидравлическая гайка состоит из корпуса и поршня, перемещаемого под действием масла, подаваемого ручным плунжерным насосом.

Ответственной операцией монтажа сборочных единиц, в которых установлены радиально-упорные и упорные подшипники, является регулирование подшипников (табл. 2).

В подшипниках качения различают два вида зазора: радиальный и осевой. Радиальный зазор контролируют после соединения подшипника с валом или корпусом проверкой колец на качку. Кроме того, подшипник проверяют проворачиванием от руки – он должен вращаться легко и плавно. Кольца упорных подшипников, напрессованные на вал, проверяют индикатором на осевое биение. В радиально-упорных подшипниках зазоры регулируют осевым перемещением одного из колец. Самый удобный способ регулирования – установка сменных регулировочных прокладок. Для регулирования зазора необходимо иметь комплект прокладок различной толщины от 0,05 до 0,5 мм.

2. Осевые зазоры в подшипниках качения, мм

Серия	Диаметр вала, мм			
	До 30	30–50	50–80	80–120
	Конические роликоподшипники			
Легкая	0,03–0,1	0,04–0,11	0,05–0,13	0,06–0,15
Широкая, средняя и средняя широкая	0,04–0,11	0,05–0,13	0,06–0,15	0,07–0,18
	Радиально-упорные подшипники			
Легкая	0,02–0,06	0,03–0,09	0,04–0,1	0,05–0,12
Средняя и тяжелая	0,03–0,09	0,04–0,1	0,05–0,12	0,06–0,15
	Двойные упорные подшипники			
Легкая	0,03–0,08	0,04–0,1	0,05–0,12	0,06–0,15
Средняя и тяжелая	0,05–0,11	0,06–0,12	0,07–0,14	0,1–0,18

Осевые зазоры следует регулировать весьма тщательно, так как от них зависят не только долговечность подшипников и нормальная работа механизмов, но и качество изготовляемых машиной изделий.

После установки вала с подшипниками в корпус и сборки сопряженных с ними деталей необходимо проверить, не задевают ли вращающиеся детали неподвижные и обеспечен ли подвод смазывающих материалов к подшипникам. Следует тщательно проверить сборку уплотняющих устройств и особенно герметичность лабиринтных уплотнений. Уплотняющие устройства применяют для предотвращения вытекания смазочного материала из корпуса подшипника и защиты подшипника от пыли, грязи, влаги, паров кислот и других веществ, которые могут проникнуть в корпус подшипника из окружающей среды. Наиболее распространенными уплотняющими устройствами для подшипниковых узлов являются фетровые (войлочные) уплотнения, кольцевые проточки, защитные шайбы и фланцы, маслоотражательные кольца и канавки, манжетные и лабиринтные уплотнения.

Фетровые уплотнения (рис. 18, *а*) предназначены для защиты подшипников, работающих в условиях малой запыленности, с использованием пластичных смазочных материалов. Их применяют для шлифованных валов при окружной скорости вала в месте касания с фетровым кольцом не более 4–5 м/с, а для полированных валов при скорости 7–8 м/с. Перед сборкой фетровые кольца рекомендуется пропитывать техническим говяжьим жиром или смесью 60% технического говяжьего жира и 40% касторового масла. Уплотняющие устройства, в которых в качестве уплотняющих элементов используются проточки, показаны на рис. 18, *б*. Для предотвращения проникновения в корпус подшипника посторонних веществ извне малый кольцевой зазор ме-

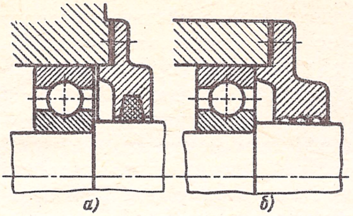


Рис. 18. Уплотняющие устройства:
а – с фетровым кольцом; *б* – с проточками

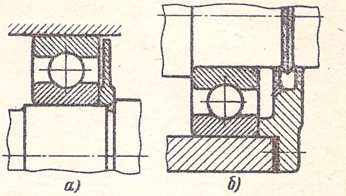


Рис. 19. Уплотняющие устройства:
а – защитная шайба; *б* – маслоотражательное кольцо

жду валом и крышкой корпуса заполняют пластичным смазочным материалом.

Защитные шайбы (рис. 19, *а*) могут быть неподвижными или вращающимися. Уплотняющее действие неподвижных шайб незначительно. Вращающиеся шайбы и фланцы более эффективны по сравнению с неподвижными. Неподвижные шайбы применяют главным образом в узлах, работающих на пластичных смазочных материалах; вращающиеся шайбы – в узлах на любых смазочных материалах. Маслоотражательные кольца и канавки на валах (рис. 19, *б*) необходимы для предотвращения утечки жидкого смазочного материала из корпуса. Эти уплотнения работают наиболее эффективно при высоких окружных скоростях и только в узлах, смазываемых жидкими маслами.

В уплотнениях манжетного типа в качестве уплотняющего элемента применяют кожаные, резиновые, пластмассовые и другие манжеты, которые могут быть заключены в кассеты. На рис. 20 показаны резиновые армированные манжеты (ГОСТ 8752–79), используемые при уплотнении валов, работающих в минеральных маслах, воде, дизельном топливе при избыточном давлении до 50 кПа, скорости до 20 м/с и температуре в месте контакта манжеты с валом от –45 до +150 °С. Манжеты должны изготовлять для валов с внутренними диаметрами $d = 6-480$ мм, наружными диаметрами $D_1 = 16-530$ мм и шириной 5–22 мм.

В сравнительно тяжелых условиях эксплуатации подшипников весьма надежно работает уплотнение лабиринтного типа (рис.

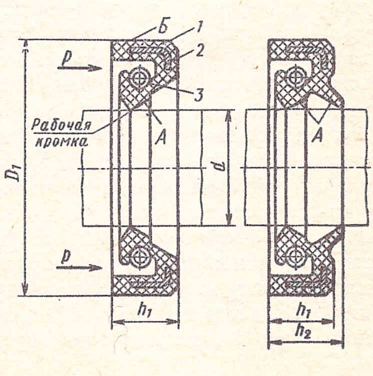


Рис. 20. Уплотнения манжетного типа:
А – однокромочные с пыльником; *Б* – однокромочные; *1* – корпус; *2* – каркас; *3* – винтовая пружина

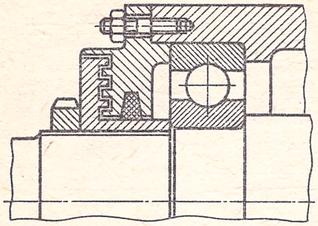


Рис. 21. Уплотнение лабиринтного типа

21), уплотняющее действие которого основано на создании малого зазора сложной извилистой формы между вращающимися и неподвижными деталями узла. Зазор заполняют пластичным смазочным материалом.

Проверка уплотняющих устройств заключается в следующем. При отражательных кольцах и защитных шайбах должен быть зазор по всей окружности между шайбой и неподвижным корпусом. В уплотнениях, состоящих из фетровых колец, устанавливаемых в кольцевых проточках, проверяют размеры кольцевого зазора между цилиндрической частью уплотнения и валом. Зазоры между кольцевыми проточками и валом должны быть выдержаны по чертежу. Плотность прилегания фетрового кольца проверяют щупом, при этом пластинка щупа толщиной 0,1 мм не должна проходить между валом и уплотнением. У фетровых уплотнений, состоящих из двух частей, между стыками не должно быть зазоров. В уплотнениях манжетного типа проверяют плотность контакта манжеты с валом (см. рис. 20). Пластина щупа толщиной 0,1 мм должна проходить с трудом, однако большого натяга на вал манжета давать не должна во избежание нагрева и разрушения материала. В лабиринтных уплотнениях проверяют зазоры между вращающейся и неподвижной деталями, которые должны быть выдержаны по чертежу.

Правильно смонтированный подшипник должен работать ровно, без особого шума и толчков. Глухой прерывистый шум свидетельствует о загрязненности подшипника, а свистящий звук о том, что подшипник недостаточно смазан или происходит трение между какими-либо деталями подшипникового узла; скрежет и резкое частое постукивание свидетельствует о разрушении сепаратора или тел качения. Для проверки шума необходимо к корпусу машины прижать слуховую трубку либо отвертку, к ручке которой приложить ухо. При дефектном монтаже во время работы подшипника в большинстве случаев повышается его температура, которая в нормальных условиях работы не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 60 °С и быть выше 90 °С. Чрезмерное повышение температуры обычно вызывает отпуск подшипника и, как следствие, резкое уменьшение срока его службы. Нагрев подшипников сверх допустимых пределов может быть вызван применением некачественного, затвердевшего смазочного материала; загрязнением подшипника пылью или другими твердыми механическими частицами; отсутствием смазочного материала или чрезмерным заполнением им корпуса подшипника (в быстроходных подшипниках качения); трением вращающихся деталей узла о неподвижные части (например, войлочного уплотнения о вал); неправильной сборкой подшипникового узла (отсутствие наружных зазоров,

чрезмерное искривление или перекос вала; слишком велик натяг подшипников, вызывающих защемление тел качения).

Во время ревизии и при осмотре подшипников качения проверяют состояние и качество беговых дорожек, тел качения, сепараторов, величину радиального и осевого зазоров, плотность посадки колец подшипника и состояние уплотнительных устройств. Подшипники заменяют при наличии одного из следующих видов неисправностей или повреждений: бороздчатой выработки; отслаивания или ямок усталостного выкрашивания на телах качения или беговых дорожках колец; трещин на рабочих поверхностях внутреннего или наружного кольца; повреждения сепаратора или бортов вращающегося кольца; увеличения радиального зазора вследствие износа в подшипниках качения ответственных машин свыше 0,5 мм, в менее ответственных механизмах (конвейерах, роликовых конвейерах, блоках и т. п.) более 0,8–1 мм; неукомплектованности подшипников телами качения (отсутствие полного количества шариков или роликов). Подшипники с признаками шелушения или выкрашивания рабочих поверхностей, с тяжелым ходом и повышенным шумом для эксплуатации не принимают.

Крупногабаритные подшипники качения широко применяют в прокатных станах. Для валков станов горячей и холодной прокатки изготовляют уникальные крупногабаритные подшипники, которые выдерживают нагрузку до 10–15 МН каждый. Масса такого подшипника более 2000 кг, а наружный диаметр более 1 м. Для валков применяют роликовые подшипники с коническими (реже сферическими) роликами (двухрядные и четырехрядные). Они хорошо самоустанавливаются и способны воспринимать большие осевые нагрузки.

Перед установкой подшипников (рис. 22) необходимо внимательно осмотреть посадочные места подушки и валка, торцы заплечиков, галтели и сопряжение с подшипниками детали (фланцы, распорные втулки и др.). Посадочные места под подшипники должны иметь обработанную цилиндрическую поверхность, строго соответствующую размерам, указанным в рабочих чертежах. Обнаруженные на посадочных поверхностях забоины, заусенцы и коррозионные пятна должны быть удалены напильником с насечкой №0 и обязательной зачисткой рисок (от напильника) шлифованной шкуркой зернистостью 8–3. Все смазочные отверстия должны быть проверены, прочищены и продуты сжатым воздухом. После исправления дефектов посадочные места и сопряженные с ними детали тщательно очищают, промывают керосином, протирают насухо чистой тряпкой и проверяют соответствие их размеров указанным в рабочих чертежах. Замеры проводят мерительным инструментом (микрометрами, микрометрическими нутрометрами) соответствующей точности. Диаметры шеек и отверстий проверяют в нескольких местах по окружности и в двух-трех сечениях по длине. Для монтажа считаются непригодными посадочные места и сопряженные с ними детали, если они неправильно обработаны, имеют конусность и овальность, выходят за пределы допусков. Все посадочные места валка и подушки, а также сопряженных с подшипником

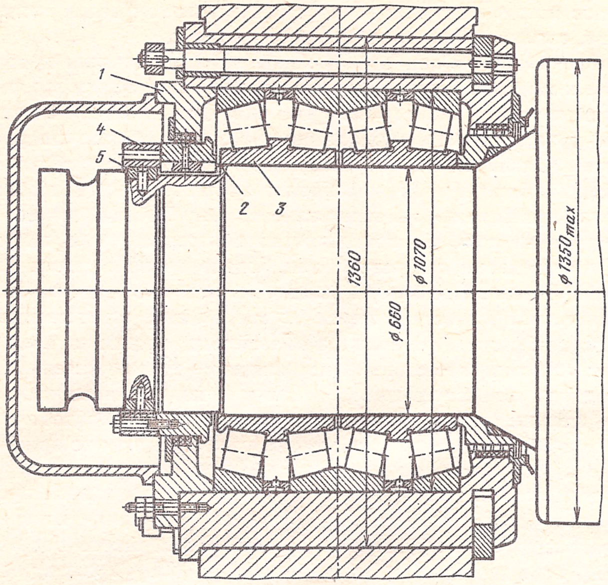


Рис. 22. Общий вид крупного подшипника:

1 – наружное упорное кольцо; *2* – внутреннее упорное кольцо; *3* – конический роликовый четырехрядный подшипник; *4* – гайка; *5* – полукольцо

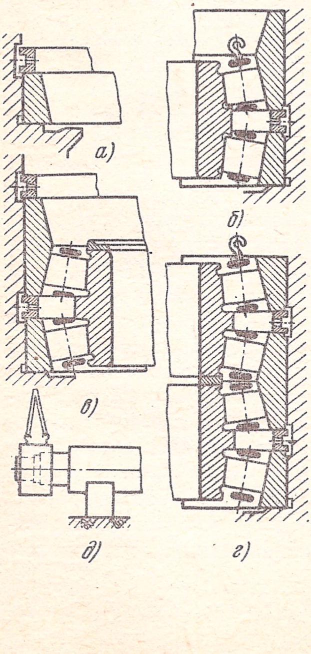


Рис. 23. Последовательность монтажа четырехрядного роликового подшипника

деталей перед сборкой необходимо покрыть тонким слоем смазочного материала и предохранять от засорения. Крупногабаритные подшипники подготовляют к монтажу так же, как и малогабаритные.

Новые двух- и четырехрядные конические роликоподшипники имеют осевые зазоры, и при монтаже их не регулируют. По мере увеличения осевых зазоров в процессе эксплуатации подшипников их уменьшают шлифованием дистанционных колец.

Подшипники монтируют при помощи специальных крючьев, ввернутых в отверстия сепаратора. Вначале укладывают наружное кольцо в отверстие подушки, доводят его до соприкосновения с заплечиком и опускают наружное дистанционное кольцо (рис. 23, *а*). Затем опускают блок, состоящий из первого внутреннего кольца, двух рядов роликов и среднего наружного кольца (рис. 23, *б*). После этого укладывают второе наружное и внутреннее дистанционное кольцо (рис. 23, *в*), опускают блок, состоящий из второго внутреннего кольца, двух рядов роликов и наружного кольца (рис. 23, *г*). Наружные кольца подшипника должны опускаться в подушку под действием собственной силы тяжести. При небольших перекосах допускается направление их легкими ударами мягкого молотка. Последней операцией монтажа подшипника в подушке является установка маслосбрасывающего кольца и крышки. Перед насаживанием подшипника на валок собирают все детали уплотняющих устройств на шейке валка и на торцах подушки. Насаживают подшипник с подушкой на шейку валка по схеме, показанной на рис. 23, *д*.

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ

Жесткие муфты подразделяют на втулочные (рис. 24), продольно-свертные (рис. 25) и фланцевые (рис. 26).

Втулочные и продольно-свертные муфты не имеют баз для выверки, поэтому перед их установкой необходимо проверить соосность валов при помощи линейки и щупа. Биение концов валов не должно превышать 0,01 – 0,02 мм. Базами для проверки соосности валов при сборке служат торцы и ободы полумуфт. Насаженные на валы муфты проверяют индикатором на радиальное и торцовое биение, величина которого не должна превышать 0,03–0,04 мм. У фланцевых муфт сопряже-

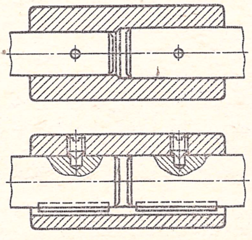


Рис. 24. Муфты втулочные

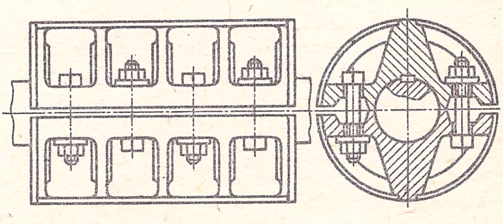


Рис. 25. Муфта продольно-свертная

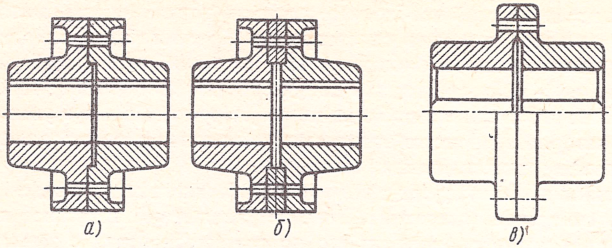


Рис. 26. Муфты фланцевые:

а – с центрирующим выступом; *б* – с разрезным кольцом; *в* – с припасованными болтами

ние центрирующего выступа и выточки не должно быть слишком плотным. В чертежах на изготовление муфт предусматривается диаметр выступа меньше диаметра выточки 0,03–0,08 мм. Торцовое биение полумуфт проверяют индикатором, оно не должно превышать 0,02–0,03 мм. Соединительные болты полумуфт должны плотно входить в свои отверстия от легких ударов свинцового молотка, однако в отдельных конструкциях фланцевых муфт диаметр отверстия в одной или обеих полумуфтах значительно больше диаметра болта. При таком соединении крутящий момент передается за счет трения между торцами полумуфт, создаваемого затяжкой соединительных болтов.

Пальцевые муфты (рис. 27). В этих муфтах проверяют прилегание пальцев к поверхности отверстий. Для этого одну половину муфты смещают по отношению к другой по ходу вращения и определяют количество пальцев, участвующих в работе, и щупом проверяют их прилегание к поверхности отверстий. Зазор между соприкасающимися поверхностями у отдельных пальцев не должен превышать 0,3–0,6 мм. Полумуфты тормозные диаметром 200 мм изготовляют из стали 45; диаметром 300 – 800 мм – из стали 40ГЛ. Твердость рабочей поверхности шкива должна составлять *НВ* 350 – 400.

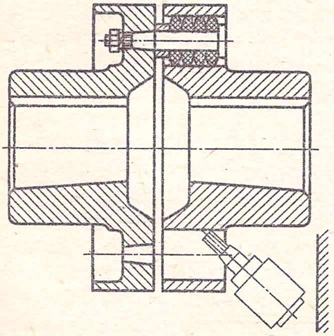


Рис. 27. Втулочно-пальцевая муфта

Упругие пружинные муфты применяют для соединения валов электродвигателей с приводными валами редукторов. Муфта (рис. 28) состоит из двух полумуфт и секций змеевидных пружин, уложенных в пазах полумуфт и защищенных кожухом. Муфту собирают в следующем порядке: насаживают полумуфты на концах валов, проверяют соосность валов, уклады-

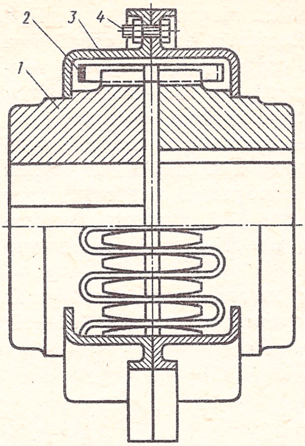


Рис. 28. Пружинная муфта:

1 – полумуфта; *2* – змеевидная пружина; *3* – кожух; *4* – соединительные болты

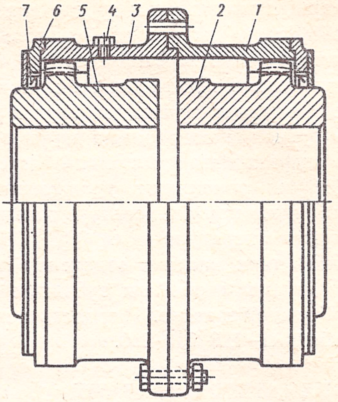


Рис. 29. Муфта зубчатая:

1 и *3* – обоймы; *2* и *5* – втулки; *4* – пробка; *6* – крышка; *7* – резиновое уплотнение манжетного типа

вают пружину в пазы полумуфт и ставят кожух. В процессе сборки проверяют зазоры между пружинами и втулками кожухов при помощи свинцовых оттисков или воска.

Зубчатые муфты применяют для соединения горизонтальных соосных валов, передающих крутящие моменты в пределах от 70 до 10 000 Н · м. Зубчатые сопряжения муфт (рис. 29) должны быть изготовлены с эвольвентным профилем зуба (угол зацепления 20°) и с центрированием обойм по сферической поверхности выступов зубьев втулок. Зубчатые втулки должны быть выполнены с эллиптической образующей зубьев (бочкообразный зуб). Класс точности изготовления – нормальный при скорости на начальной окружности зубчатого сопряжения до 15 м/с.

Допуск радиального биения окружности выступов зубьев втулки составляет 0,04–0,1 мм в зависимости от диаметра муфт. Отклонение оси каждой втулки относительно оси обоймы, вызываемое в процессе работы отклонением от соосности соединяемых муфтами валов, не должно быть более чем 30′. Соосность соединяемых валов надо контролировать по буртам, предусмотренным на всех зубчатых втулках. Для фланцевых соединений обойм применяют болты, устанавливаемые без зазора. Зубчатые втулки на валах машин следует устанавливать на призматические шпонки. Шпоночный паз на зубчатых втулках должен быть расположен по оси зуба, а в обоймах впадина зуба должна быть ориентирована относительно базовой оси. Это позволяет располагать в одной плоскости шпоночные пазы на соединяемых с помощью муфты валах, что важно в таких механизмах как шлеп-

перы, кантователи и другие для правильной их сборки и работы. При сборке муфты обе обоймы необходимо соединять между собой так, чтобы оси отверстий совпали. Фланцевые соединения в муфтах должны иметь прокладки из картона. Для уплотнения соединений между обоймами и ступицами втулок применяют резиновые манжеты.

Зубчатые сопряжения муфт работают в масляной ванне, для чего в муфтах предусмотрены отверстия для слива и налива в них масла. Муфты заполняют трансмиссионным тракторным маслом марки «Летнее» при температуре эксплуатации выше 0 °С, и марки «Зимнее» при температуре ниже 0 °С. Срок замены масла – 6 мес. Не должно быть течи масла и отделения его капель.

Втулки и обоймы зубчатых муфт при изготовлении подвергают объемной закалке. Твердость поверхности зубьев: втулки – *HB* 240–280; обоймы – *HB* 210–250.

ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Зубчатые цилиндрические передачи

Стандарт распространяется на эвольвентные цилиндрические зубчатые колеса и зубчатые передачи внешнего и внутреннего зацепления с прямозубыми, косозубыми и шевронными зубчатыми колесами с делительным диаметром до 6300 мм, шириной зубчатого венца или полушеврона до 1250 мм, модулем зубьев 1 – 55 мм, с исходным контуром по СТ СЭВ 308 – 76 и установленными нормами точности. Устанавливается двенадцать степеней точности зубчатых колес и передач, обозначенных в порядке убывания точности цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12. Для степеней точности 1 и 2 допуски и предельные отклонения не даны, эти степени предусмотрены для будущего развития. Устанавливается шесть видов сопряжений зубчатых колес в передаче *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *H* и восемь видов допуска T_{jn} на боковой зазор *x*, *y*, *z*, *a*, *b*, *c*, *d*, *h*.

Виды сопряжений зубчатых колес в передаче в зависимости от степени точности по нормам плавности работы следующие:

Вид сопряжений	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*H*
Степень точности по нормам плавности работы	3 – 12	3 – 11	3 – 9	3 – 8	3 – 7	3 – 7

Видам сопряжений *H* и *E* соответствует вид допуска на боковой зазор *h*, а видам сопряжений *D*, *C*, *B* и *A* – виды допуска *d*, *c*, *b* и *a* соответственно. Устанавливается шесть классов отклонений межосевого расстояния, обозначаемых в порядке убывания точности римскими цифрами от I до VI. Нормы гарантированного бокового зазора и предельные отклонения межосевого расстояния приведены в табл. 3, нормы контакта зубьев в передаче (суммарное пятно контакта) – в табл. 4.

При сборке зубчатых передач тщательно проверяют радиальное и торцовое биение зубчатых колес, межцентровое расстояние, величину

3. Нормы бокового зазора (показатели $j_{n\,\min}$, f_{ar}), мкм

Вид сопряжения	Класс отклонений межосевого расстояния*	Обозначение	Межосевое расстояние a_w, мм							
			До 80	Св. 80 до 125	Св. 125 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630
H	II	$j_{n\,\min}$	0	0	0	0	0	0	0	0
E	II		30	35	40	46	52	57	63	70
D	III		46	54	63	72	81	89	97	110
C	IV		74	87	100	115	130	140	155	175
B	V		120	140	160	185	210	230	250	280
A	VI		190	220	250	290	320	360	400	440
—	I	f_a	±10	±11	±12	±14	±16	±18	±20	±22
H, *E*	II		±16	±18	±20	±22	±25	±28	±30	±35
D	III		±22	±28	±30	±35	±40	±45	±50	±55
C	IV		±35	±45	±50	±55	±60	±70	±80	±90
B	V		±60	±70	±80	±90	±100	±110	±120	±140
A	VI		±100	±110	±120	±140	±160	±180	±200	±220

Вид сопряжения	Класс отклонений межосевого расстояния*	Обозначение	Межосевое расстояние a_w, мм							
			Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500	Св. 2500 до 3150	Св. 3150 до 4000
H	II	$j_{n\,\min}$	0	0	0	0	0	0	0	0
E	II		80	90	105	125	150	175	210	260
D	III		125	140	165	195	230	280	330	410
C	IV		200	230	260	310	370	440	540	660
B	V		320	360	420	500	600	700	860	1050
A	VI		500	560	660	780	920	1100	1350	1650
—	I	f_a	±25	±28	±35	±40	±45	±55	±70	±90
H, *E*	II		±40	±45	±50	±60	±70	±90	±110	±140
D	III		±60	±70	±80	±100	±110	±140	±160	±200
C	IV		±100	±110	±140	±160	±180	±220	±280	±350
B	V		±160	±180	±220	±250	±300	±350	±450	±550
A	VI		±250	±280	±350	±400	±450	±550	±700	±800

* Класс отклонений межосевого расстояния используется при изменении соответствия между видом сопряжения и классом отклонения от межосевого расстояния.

П р и м е ч а н и е. Принятые обозначения: $j_{n\min}$ – гарантированный боковой зазор; $\pm f_a$ – предельные отклонения межосевого расстояния.

4. Нормы контакта зубьев в передаче (суммарное пятно контакта)

Степень точности	Относительные размеры суммарного пятна контакта, %, не менее		Степень точности	Относительные размеры суммарного пятна контакта, %, не менее	
	по высоте зубьев	по длине зубьев		по высоте зубьев	по длине зубьев
3	65	95	8	40	50
4	60	90	9	30	40
5	55	80	10	25	30
6	50	70	11	20	25
7	45	60			

бокового зазора и прилегания (контакт) рабочих поверхностей зубьев. Радиальное и торцовое биение проверяют на специальной оправке перед установкой зубчатых колес или после насадки на вал. Зубчатые колеса большого размера устанавливают при помощи специальных приспособлений на центрирующую поверхность вала с небольшим зазором или натягом (в зависимости от посадки, указанной в чертеже). Контроль зубчатого колеса, смонтированного на валу, на радиальное и торцовое биения в зависимости от требуемой точности сборки производят рейсмусом или индикатором (рис. 30), непосредственно на месте, в подшипниках. Сборку зубчатой передачи начинают с установки корпусов подшипников или нижней половины редуктора на фундамент, затем проверяют прилегание вкладышей к расточкам (для подшипников скольжения). После установки зубчатых колес проверяют прилегание шеек валов во вкладышах пробой на краску.

Правильное зацепление зубьев происходит при параллельности осей колес, отсутствии их скрещивания и сохранении расстояния между осями валов, равным величине, указанной в чертеже. Параллельность валов проверяют микрометрическим нутромером *1* (рис. 31) и уровнями *2*. При этом имеется в виду, что образующие измеряемых поверхностей параллельны осям зубчатых колес. Этот метод может быть применен

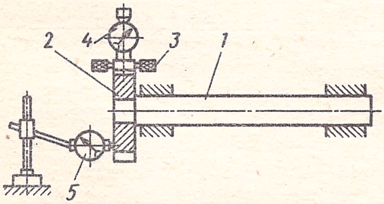


Рис. 30. Схема проверки зубчатого колеса на радиальное и торцовое биения:

1 — вал; *2* — зубчатое колесо; *3* — контрольный ролик; *4* и *5* — индикаторы

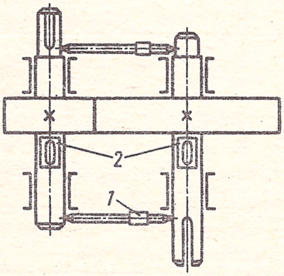


Рис. 31. Проверка параллельности валов

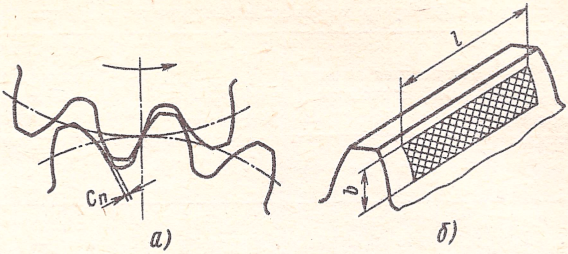


Рис. 32. Зубчатое зацепление:

а – боковой зазор; *б* – площадь поверхности соприкасания зубьев

для проверки неответственных зубчатых передач, так как такой вид центрирования не вполне гарантирует получение оптимального (наилучшего) контакта зубьев передачи.

Боковой зазор $C_п$ (рис. 32, *а*) между нерабочими поверхностями зубьев колес определяют щупом или узкой пластинкой свинца, раскатываемой между зубьями. Толщину раскатанной пластинки свинца измеряют микрометром. Для центрирования передач ответственного назначения применяют метод центрирования шестерен по контакту зубьев. По длине зуба шестерен на равных расстояниях один от другого укладывают куски свинцовой проволоки диаметром не более 1,2–1,8 мм (в зависимости от бокового зазора). Проволоку изгибают по контуру зуба и закрепляют солидолом или техническим вазелином, затем поворачивают шестерню на один оборот и снимают кусочки свинца. Полученные свинцовые оттиски, обжатые между зацепляющимися зубьями, с рабочей и нерабочей сторон зубьев замеряют микрометром или индикатором, выводят среднюю величину для каждого сечения и заносят в формуляр.

Равенство сумм оттисков (рис. 33) $n_1 + m_1 = n_2 + m_2$ и $n_3 + m_3 = n_4 + m_4$, где n_1, n_2, n_3 и n_4 – толщины свинцовых оттисков с рабочей стороны зубьев; m_1, m_2, m_3 и m_4 – толщины свинцовых оттисков с нерабочей стороны зубьев указывают на параллельность валов, а изменение суммы оттисков $n_1 + m_1$ – на непараллельность осей. Равенство разностей оттисков $n_1 - n_2$ и $n_3 - n_4$ соответственно $m_1 - m_2$ и $m_3 - m_4$

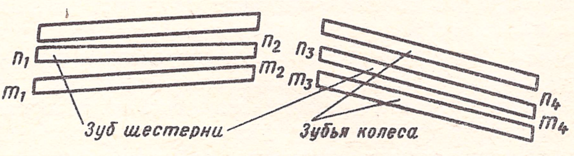


Рис. 33. Схема расположения зубьев шестерни и колеса при центровании

5. Пример внесения в формуляр результатов центрирования зубчатых колес, мм

Сторона оттиска на профиле зуба	Положение свинцовой проволоки				Сторона оттиска на профиле зуба	Положение свинцовой проволоки			
	1-е	2-е	3-е	4-е		1-е	2-е	3-е	4-е
Рабочая	0,17	0,19	0,21	0,24	Отжим по крайним шейкам	0	–	–	0
Нерабочая	0,23	0,26	0,27	0,31					
Сумма оттисков	0,40	0,45	0,48	0,55					

указывает на отсутствие перекоса осей, а изменение толщины оттисков по рабочей или нерабочей стороне – на скрещивание осей.

При центрировании косозубых колес для замера возможного отжима шестерен на крайних шейках шестерен устанавливают индикаторы и в случае отжима шестерен в полученные величины оттисков вносят соответствующие коррективы. Пример внесения в формуляр результатов центрирования зубчатых колес приведен в табл. 5.

В этом примере сумма оттисков с рабочей и нерабочей сторон зубьев изменяется от 0,40 до 0,55 мм. Разность оттисков 0,55 – 0,40 = 0,15 мм указывает на увеличение бокового зазора и на непараллельность осей.

Окончательную проверку зацепления проводят на краску (см. рис. 32, *б*). Для проверки контакта прилегания зубьев поверхность зубьев ведущего колеса покрывают тонким слоем краски и поворачивают его несколько раз, чтобы на зубьях ведомого колеса получились ясные следы соприкосновения. По отпечаткам на зубьях ведомого колеса судят о качестве зацепления: чем равномернее и на большей площади расположены пятна краски на зубьях, тем лучше собрана передача. При сборке рекомендуется применять обкатку зубчатых колес в паре при нормальном межцентровом расстоянии в корпусе редуктора после его сборки. При этом достигается прилегание зубьев в действительных условиях существующего перекоса и непараллельности осей корпуса редуктора. В качестве притирочного материала применяют абразивы или пасту ГОИ. Перед употреблением пасту расплавляют в водяной бане при 60 ÷ 65 °С. Затем расплавленную массу разводят керосином до сметанообразной консистенции, после чего ее пропускают через металлическое сито № 70 для устранения крупинок окислов хрома.

Места разъема корпусов редукторов и коробок передач при окончательной сборке тщательно уплотняют шабрированные поверхности – покрытием слоем шеллака, спиртового или бакелитового лака; при наличии паза на поверхности разъема – закладкой шнура из маслостойкой резины; необработанные поверхности разъема – установкой между фланцами корпуса и крышки льняной или асбестовой плетенки, пропитанной смесью вазелина с хозяйственным мылом.

Зубчатые конические и гипоидные передачи

Стандарт СЭВ 186–75 распространяется на вновь разрабатываемые конструкции конических и гипоидных зубчатых передач и пар (поставляемых без корпусов) внешнего зацепления с прямыми, тангенциальными и криволинейными зубьями со средним делительным диаметром зубчатых колес до 4000 мм, средним нормальным модулем от 1 до 56 мм с прямолинейным профилем исходного контура и номинальным углом его профиля 20° и устанавливает нормы точности.

Устанавливаются двенадцать степеней точности зубчатых колес и передач, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12. Для степеней точности 1, 2 и 3 допуски и предельные отклонения не даны. Эти степени предусмотрены для будущего развития. Для каждой степени точности зубчатых колес и передач устанавливаются нормы: кинематической точности, плавности работы и контакта зубьев зубчатых колес в передаче. Допускается комбинирование норм кинематической точности зубчатых колес и передач, норм плавности работы и норм контакта зубьев различных степеней точности. Независимо от степени точности зубчатых колес и передач устанавливаются шесть видов сопряжений зубчатых колес в передаче и соответствующие им гарантированные боковые зазоры. В необходимых случаях гарантированный боковой зазор может устанавливаться независимо от видов сопряжений, указанных ниже:

Вид сопряжения	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*H*
Степень точности	4–12	4–10	4–9	4–8	4–7	4–7

Приведенные диапазоны степеней точности являются ориентировочными при выборе боковых зазоров. Точность изготовления конических и гипоидных зубчатых колес и передач задается степенью точности, а требования к боковому зазору – видом сопряжения по нормам бокового зазора.

Пример условного обозначения точности передачи или пары со степенью 7 по всем трем нормам точности с видом сопряжения зубчатых колес *C*: *7–C* ГОСТ 1758–81.

Пример условного обозначения точности передачи со степенью точности 7, гарантированным боковым зазором 400 мкм (не соответствующим ни одному из указанных видов сопряжения): *7–400* ГОСТ 1758–81.

Нормы контакта зубьев в передаче приведены в табл. 6, предельные отклонения межосевого расстояния – в табл. 7. Нормы гарантированного бокового зазора приведены в табл. 8, предельные отклонения межосевого угла передачи – в табл. 9.

При сборке конических зубчатых передач проверяют биение конуса выступов, наименьший боковой зазор и прилегание (контакт) рабочих поверхностей зубьев, а также (при необходимости) пересечение осей, отклонение межосевого угла и смещение вершины делительного конуса. Биение конуса выступа проверяют индикатором, устанавливаемым измерительным стержнем перпендикулярно к боковой образующей ко-

нуса выступов. Точность изготовления конических зубчатых колес и передач задается степенью точности и видом сопряжения по нормам бокового зазора. Наименьший боковой зазор проверяют щупом со стороны наибольшего диаметра конического колеса.

6. Нормы контакта зубьев в передаче (показатели: F_{sl}, F_{sh} и относительные размеры суммарного пятна контакта)

Степень точности	По длине зубьев		По высоте зубьев	
	С продольной модификацией	Немодифицированных	С продольной модификацией	Немодифицированных
	F_{sl}, % длины зуба	Относительный размер суммарного пятна контакта, % длины зуба, не менее	F_{sh}, % от средней глубины захода	Относительный размер суммарного пятна контакта, % от средней глубины захода, не менее
4–5	±10	70	±10	75
6–7	±10	60	±10	65
8–9	±15	50	±15	55
10–12	±15	40	±15	45

Примечание. Принятые обозначения: F_{sl} и F_{sh} – предельные отклонения относительных размеров суммарного пятна контакта по длине и по высоте соответственно (для модифицированных зубьев).

7. Нормы контакта зубьев в передаче (показатель $\pm f_a$)

Степень точности	Среднее конусное расстояние R, мм						
	До 50	Св. 50 до 100	Св. 100 до 200	Св. 200 до 400	Св. 400 до 800	Св. 800 до 1600	Св. 1600
	$\pm f_a$, мкм						
4	10	12	13	15	18	25	32
5	10	12	15	18	25	36	45
6	12	15	18	25	30	40	56
7	18	20	25	30	36	50	67
8	28	30	36	45	60	85	100
9	36	45	55	75	90	130	160
10	67	75	90	120	150	200	280
11	105	120	150	190	250	300	420
12	180	200	240	300	360	450	630

Примечание. $\pm f_a$ – предельные отклонения межосевого расстояния.

8. Нормы бокового зазора (показатель $j_{n\,min}$), мкм

Вид сопряжения	Обозначение	Среднее конусное расстояние R, мм											
		До 50			Св. 50 до 100			Св. 100 до 200			Св. 200 до 400		
		Угол делительного конуса шестерни δ_1, градусы											
		До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25
H	$j_{n\min}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E		15	21	25	21	25	30	25	35	40	30	46	52
D		22	33	39	33	39	46	39	54	63	46	72	81
C		36	52	62	52	62	74	62	87	100	74	115	130
B		58	84	100	84	100	120	100	140	160	120	185	210
A		90	130	160	130	160	190	160	220	250	190	290	320

Вид сопряжения	Обозначение	Среднее конусное расстояние R, мм								
		Св. 400 до 800			Св. 800 до 1600			Св. 1600		
		Угол делительного конуса шестерни δ_1, градусы								
		До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св 25
H	$j_{n\,min}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E		40	57	70	52	80	105	70	125	175
D		63	89	110	81	125	165	110	195	280
C		100	140	175	130	200	260	175	310	440
B		160	230	280	210	320	420	280	500	710
A		250	360	440	320	500	660	440	780	1100

Примечание. $j_{n\,min}$ – гарантированный боковой зазор. Величины гарантированного бокового зазора $j_{n\,min}$ для регулируемых передач с различными видами сопряжений устанавливаются независимо от степени точности и их комбинирования.

Червячные передачи

На червячные цилиндрические передачи и червячные пары, поставляемые без корпуса, распространяется стандарт СТ СЭВ 311–76. Стандартом устанавливаются двенадцать степеней точности червяков, червячных колес, червячных пар и червячных передач, обозначаемых в порядке убывания точности цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12. Устанавливаются шесть видов сопряжений червяка с червячным колесом *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *H* и восемь видов допуска T_{jn} на боковой зазор *x*, *y*, *z*, *a*, *b*, *c*, *d*, *h*. Обозначения приведены в порядке убывания величины

бокового зазора и допуска на него. Рекомендуемое соответствие между видами сопряжения червяка с червячным колесом в передаче и степенью кинематической точности следующее:

Вид сопряжения	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*H*
Степень кинематической точности	5–12	5–12	3–9	3–8	1–6	1–6

Видам сопряжений *H* и *E* соответствует вид допуска на боковой зазор *h*, а видам сопряжений *D*, *C*, *B* и *A* – вид допуска *d*, *c*, *b* и *a* соответственно. Соответствие между видом сопряжения элементов червячной передачи и видом допуска на боковой зазор, указанное выше, допускается изменять. При этом также могут быть использованы виды допуска на боковой зазор *x*, *y*, *z*.

Точность изготовления червячных передач задается степенью точности, а требования к боковому зазору – видом сопряжения по нормам бокового зазора и допуском на боковой зазор.

Пример условного обозначения червячной передачи или зубчатой пары со степенью точности 7 по всем трем нормам, с видом

9. Предельные отклонения межосевого угла передачи E_Σ

Вид сопряжения	Среднее конусное расстояние *R*, мм											
	До 50			Св. 50 до 100			Св. 100 до 200			Св. 200 до 400		
	Угол делительного конуса шестерни δ_1, градусы											
	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25
	$\pm E_\Sigma$, мкм											
H, E	7,5	10	12	10	12	15	12	17	20	15	24	26
D	11	16	19	16	19	22	19	26	32	22	36	40
C	18	26	30	26	30	32	30	45	50	32	56	63
B	30	42	50	42	50	60	50	71	80	60	90	100
A	45	63	80	63	80	95	80	110	125	95	140	160

Вид сопряжения	Среднее конусное расстояние *R*, мм								
	Св. 400 до 800			Св. 800 до 1600			Св. 1600		
	Угол делительного конуса шестерни δ_1, градусы								
	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25	До 15	Св. 15 до 25	Св. 25
	$\pm E_\Sigma$, мкм								
H, E	20	28	34	26	40	53	34	63	85
D	32	45	56	40	63	85	56	95	140
C	50	71	85	63	100	130	85	160	220
B	80	110	140	100	160	210	140	250	340
A	125	180	220	160	250	320	222	380	530

10. Нормы контакта (суммарное пятно контакта)

Степень точности	Относительные размеры суммарного пятна контакта, %: по высоте зубьев	допускаемое отклонение	по длине зубьев	допускаемое отклонение	Степень точности	Относительные размеры суммарного пятна контакта, %: по высоте зубьев	допускаемое отклонение	по длине зубьев	допускаемое отклонение
2 3	80	−5	75	−5	8 9	55	−15	50	−15
4 5	75	−10	70	−10	10	45	−15	40	−15
6 7	65	−10	60	−10	11 12	Отдельные пятна		Отдельные пятна	

сопряжения элементов передачи *C* и неизмененным соответствием между видами сопряжения и допуска на боковой зазор и номером стандарта: 7−*C* ГОСТ 3675−81.

Нормы контакта зубьев в передаче приведены в табл. 10, нормы бокового зазора − в табл. 11, допуск на радиальное биение витка червяка − в табл. 12.

11. Нормы бокового зазора ($j_{n\min}$ − гарантированный боковой зазор), мкм

Вид сопряжения	Межосевое расстояние, a_w, мм: До 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400	Св. 400 до 500	Св. 500 до 630
H	0	0	0	0	0	0	0	0
E	30	35	40	46	52	57	63	70
D	46	54	63	72	81	89	97	110
C	74	87	100	115	130	140	155	175
B	120	140	160	185	210	230	250	280
A	190	220	250	290	320	360	400	440

Вид сопряжения	Межосевое расстояние a_w, мм: Св. 630 до 800	Св. 800 до 1000	Св. 1000 до 1250	Св. 1250 до 1600	Св. 1600 до 2000	Св. 2000 до 2500	Св. 2500 до 3150	Св. 3150 до 4000
H	0	0	0	0	0	0	0	0
E	80	90	105	125	150	175	210	260
D	125	140	165	195	230	280	330	410
C	200	230	260	310	370	440	540	660
B	320	360	420	500	600	700	860	1050
A	500	560	660	780	920	1100	1350	1650

12. Нормы бокового зазора (T_s – допуск на толщину витка червяка по хорде), мкм

Вид допуска бокового зазора	Допуск на радиальное биение витка червяка							
	До 8	Св. 8 до 10	Св. 10 до 12	Св. 12 до 16	Св. 16 до 20	Св. 20 до 25	Св. 25 до 32	Св. 32 до 40
h	21	22	24	26	28	32	38	42
d	25	28	30	32	36	42	48	55
c	30	34	36	40	45	52	60	70
b	40	45	48	52	58	65	75	85
a	52	55	60	65	75	85	95	110
z	65	70	75	80	95	110	120	130
y	80	85	95	100	120	130	150	160
x	100	110	120	130	150	170	180	200

Вид допуска бокового зазора	Допуск на радиальное биение витка червяка								
	Св. 40 до 50	Св. 50 до 60	Св. 60 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 125	Св. 125 до 160	Св. 160 до 200	Св. 200 до 250	Св. 250 до 320
h	50	60	70	90	110	130	160	200	240
d	65	75	90	110	130	160	200	250	300
c	80	95	110	140	170	200	260	320	400
b	100	120	140	170	200	250	320	380	480
a	130	150	180	220	260	320	400	500	630
z	150	180	220	260	320	400	500	630	750
y	180	220	260	320	400	500	630	750	950
x	220	260	320	400	500	630	750	950	1180

При сборке червячных передач проверяют межосевое расстояние валов червячного колеса и червяка, правильность положения валов (отсутствие перекоса), боковой зазор в зацеплении и точность прилегания рабочих поверхностей зубьев. Отклонение межосевого расстояния проверяют микрометром или нутромером с применением контрольных оправок, вставляемых в отверстие непосредственно или через переходные втулки.

Установку червячного колеса по отношению к червяку в открытых передачах проверяют специальным шаблоном и щупами, отвесами измерительной линейкой или точной линейкой, призмой и уровнем: 1) к ободу червячного колеса (рис. 34, *а*) прикладывают специальный шаблон и щупом замеряют зазор С между шаблоном и витками червяка; 2) от вала у червяка (рис. 34,*б*) опускают отвесы и нутромером замеряют расстояние С, которое с обеих сторон червяка должно быть одинаковым;

3) при горизонтальном положении червячного колеса по отношению к червяку (рис. 35) установку колеса проверяют точной линейкой, специально изготовленной призмой и уровнем.

Перекос осей червяка и червячного колеса проверяют индикатором *1* (рис. 36), который закреплен на специальном держателе *2*, устано-

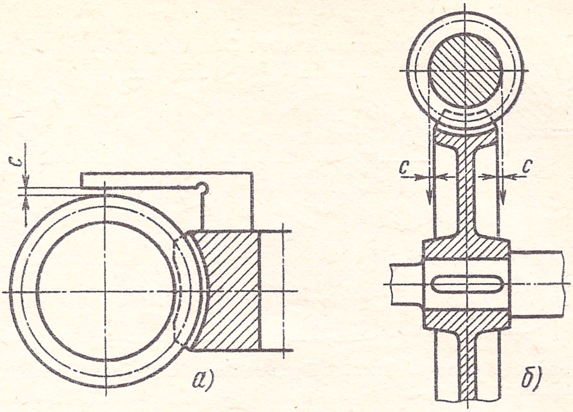


Рис. 34. Проверка установки червячного колеса:
а – специальным шаблоном; *б* – отвесами

вленном на валу *3* червячного колеса. Помещая держатель вместе с индикатором в правое и левое положение, фиксируют показания индикатора. По разности показаний индикатора судят о наличии перекоса на длине *L*.

Величина бокового зазора характеризуется наличием мертвого хода в червячной передаче. Зазор проверяют щупом с рабочей стороны зубьев при отжатом червячном колесе в четырех диаметрально противоположных местах, поворачивая колеса на 90, 180 и 270° от его первоначального положения. Величину бокового зазора можно замерить и индикатором (рис. 37). Движок индикатора устанавливают перпендикулярно к боковой поверхности одного из зубьев и поворачивают чер-

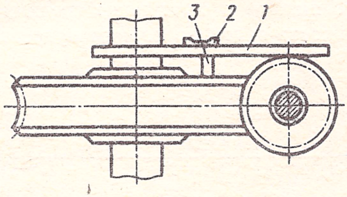


Рис. 35. Проверка установки червячного колеса:
1 – линейка; *2* – уровень; *3* – призма

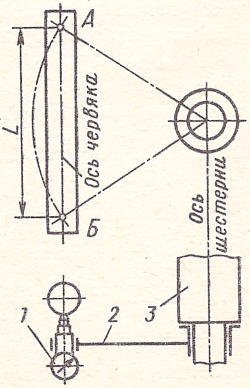


Рис. 36. Схема проверки перекоса осей

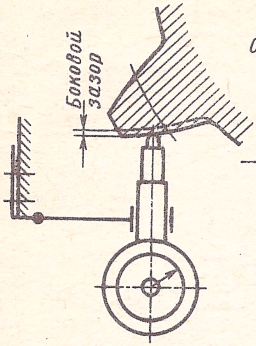


Рис. 37. Проверка бокового зазора индикатором

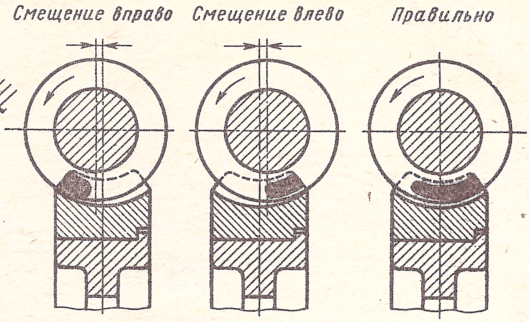


Рис. 38. Прилегание зубьев колеса к виткам червяка

вячное колесо в одну и другую сторону на величину бокового зазора. Увеличить боковой зазор можно подшабриванием нерабочей стороны зубьев колеса. Прилегание рабочей стороны зубьев колеса к виткам червяка проверяют на краску: на рабочую поверхность червяка наносят тонкий слой краски, затем вращают червяк, прижимая червячное колесо рабочей стороной зубьев к червяку. Прилегание зубьев колеса к виткам червяка должно быть равномерным с распределением касания по всей рабочей высоте вдоль зубьев колеса (рис. 38).

РЕМЕННЫЕ И ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Ременные передачи

При сборке ременных передач необходимо обеспечить параллельность валов ведущего и ведомого шкивов и совпадение средних плоскостей обоих шкивов. Параллельность валов проверяют нутромером,

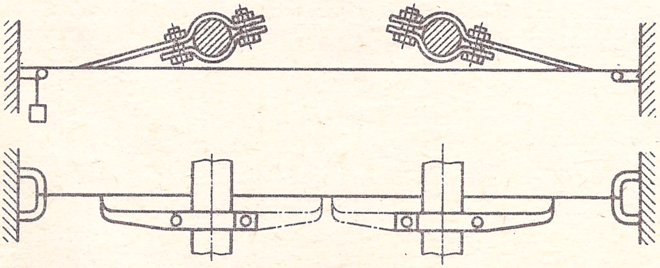


Рис. 39. Проверка параллельности валов рейсмусом и струной

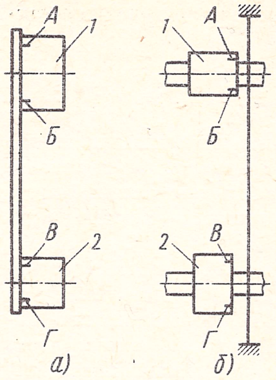


Рис. 40. Схема проверки расположения шкивов:

а – при помощи линейки; *б* – при помощи струны

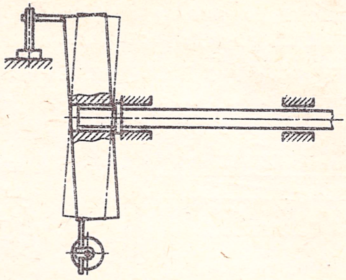


Рис. 41. Схема проверки шкива на торцовое и радиальное биения

измеряя расстояние между валами в двух точках, по возможности наиболее удаленных одна от другой, или рейсмусами (рис. 39) и струной.

Совпадения средних плоскостей шкивов проверяют по боковым поверхностям ободов (рис. 40, *а*): прикладывая линейку или натягивая струну (при значительных расстояниях между шкивами), проверяют совпадение шкива *1* в точках *А* и *Б* и шкива *2* в точках *В* и *Г*. При одинаковой ширине шкивов и параллельных валах точки *А* и *Б*, а также *В* и *Г* должны лежать на одной прямой. Если ширина одного шкива меньше ширины другого, замеряют зазор в двух точках *А* и *Б* шкива *1* между струной и торцовой плоскостью шкива *1* или в точках *В* и *Г* шкива *2*. Эти зазоры у правильно установленных шкивов должны быть равные.

При сборке шкивы следует проверять на торцовое и радиальное биения (рис. 41, табл. 13).

13. Допуски на биение ободов шкивов (мм) в зависимости от диаметра шкива

Биение	Диаметр шкива, мм, не более			
	До 150	150–300	300–600	Св. 600
Торцовое	0,10	0,15	0,25	0,40
Радиальное	0,05	0,08	0,12	0,25

Способы соединения концов ремней. Применяют следующие способы соединения концов приводных ремней: склеивание, вулканизация, жесткие и шарнирные металлические соединения, сшивание.

Склеивание ремней считается лучшим способом соединения. Для кожаных ремней применяют косое склеивание (рис. 42, *а*, табл. 14); для прорезиненных – ступенчатое склеивание нарезанных соответствующим

образом слоев-прокладок (рис. 42, *б*). Размеры уступов при соединении ремней приведены ниже, мм:

Ширина ремня	До 150	150–200	250–500	Св. 500
Длина уступа	90	125	150	175

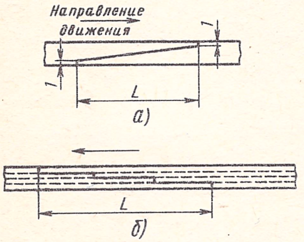


Рис. 42. Схема соединения ремней

Для склеивания кожаных ремней применяют мездровый, желатиновый, рыбный и целлюлозный клеи, для прорезиненных – резиновые тирамовые клеи 1-го и 2-го сортов в равных долях. Склеиваемые места кожаного ремня тщательно зачищают и жесткой кистью наносят клей на оба конца; через 5–6 мин (когда клей подсохнет) наносят новый слой клея и скошенные концы ремня накладывают друг на друга. После этого склеиваемый участок ремня помещают между двумя дощечками, зажимают железными планками с затяжными болтами и выдерживают 5–8 ч (до высыхания клеевого шва). Подготовленные уступы прорезиненного ремня соскабливают ножом, затем напильником (не задевая ткани), после чего зачищают стеклянной бумагой и промывают бензином. На склеиваемые поверхности три-четыре раза кистью наносят клей, каждый раз просушивая. После этого концы ремня накладывают один на другой, зажимают струбцинами между двумя нагретыми планками и оставляют в таком положении на 3–4 ч при 100 °С или на 24 ч – при 20 °С. Хорошо склеенные ремни выдерживают скорость вращения шкивов до 30 м/с.

14. Длина участков склеивания кожаных ремней, мм

Ширина ремня	Длина участка для ремня		Ширина ремня	Длина участка для ремня	
	одинарного	двойного		одинарного	двойного
До 25	100	135	71–100	155	210
26–40	110	145	101–150	165	220
41–50	125	170	Св. 150	175	235
51–70	140	190			

Соединение прорезиненных ремней вулканизацией. Ремни и другие резиновые изделия вулканизируются на приспособлениях и прессах. На рис. 43 показано приспособление, состоящее из двух чугунных плит *2* размером 1400 × 1600 мм, в которых имеются змеевики *4* из труб диаметром 50 мм. Поверхности плит должны быть простроганы и при складывании обработанными плоскостями плотно прилегать друг

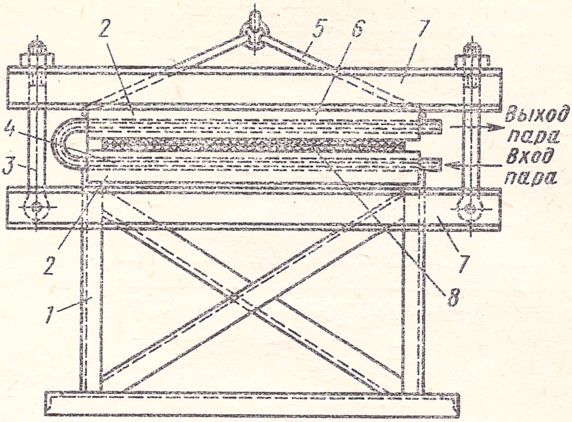


Рис. 43. Приспособление для вулканизации ремней паром

к другу. Нижнюю плиту устанавливают неподвижно на раме *1*, верхнюю подвешивают на тягах *5*. При вулканизации ремень *8* зажимают между плитами металлическими балками *7* при помощи откидных болтов *3*. В верхней плите имеется карман *6* для термометра. В змеевик подают нагретый пар, который поддерживает температуру плиты в пределах 130–140 °С. Процесс вулканизации в зависимости от размеров ремня длится от 1 до 1,5 ч.

На рис. 44 показано приспособление с электрическим подогревом плит, состоящее из двух алюминиевых ребристых плит *1*, между ребрами которых помещается спираль *2* из нихромовой проволоки. При вулканизации плиты сжимают при помощи балок *3* и болтов *4*. Для замера температуры в одном из ребер имеется карман *5* для термометра. Температуру плит поддерживают в пределах 130–140 °С. Перед вулканизацией концы прорезиненных ремней нужно обрезать, зачистить, обезжирить бензином и намазать растворенным резиновым клеем; отрезать тонкую (1–1,5 мм) пластинку сырой резины, обезжирить ее и намазать с двух сторон клеем. Просушить ремень и пластин-

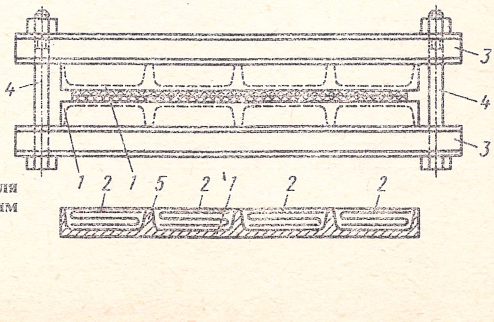


Рис. 44. Приспособление для вулканизации с электрическим подогревом

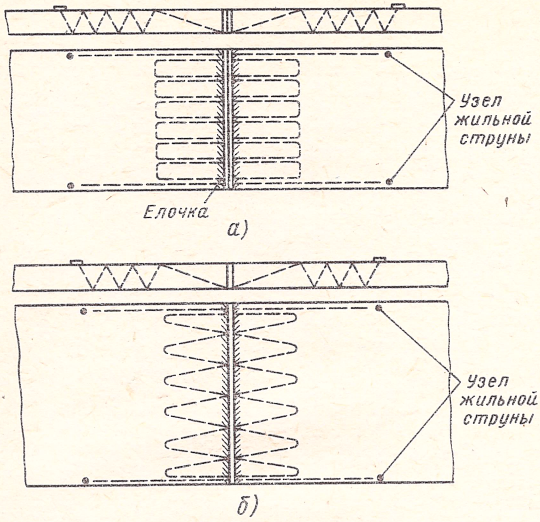


Рис. 45. Схема сшивки ремней жильными струнами:
а — для работы без натяжного ролика; *б* — с натяжным роликом

ку на воздухе в течение 10 мин, затем заложить пластинку резины между срезанными краями ремня и поместить его между плитами.

Жесткие и шарнирные металлические соединения применяют при соединении ремней встык; они пригодны для малых скоростей. К жестким соединителям относят различные скрепки, скобки, заклепки, накладки с винтами, шипы и другие детали. Соединение ремней специальными заклепками, изготовленными из красной меди или алюминия лучше применять при скошенных либо ступенчато-срезанных концах ремня. Этот способ применим для ремней всех видов, кроме тканых шерстяных и хлопчатобумажных. К шарнирным металлическим соединителям относят соединители с крючками, фигурными шипами, шарнирными планками и проволочными спиралями. Шарнирные соединители лучше жестких.

Соединение ремней сшивкой. Для сшивки приводных ремней встык применяют тонкие жильные струны диа-

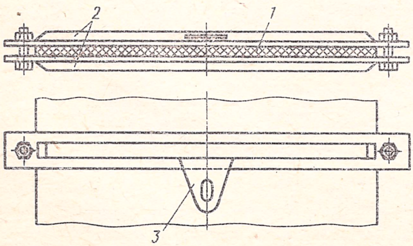


Рис. 46. Приспособление для натяжения ремней и транспортной ленты:
1 — ремень; *2* — ребра жесткости; *3* — ушко для захвата талью

метром 1,5—3,5 мм, длиной 1,5—1,2 м и менее. Сшитые ремни слабее склеенных. Сшивать ремни сыромятными ремешками не рекомендуется. Для предохранения концов ремня от растрепывания, а также для упрочнения места стыка прорезиненные, хлопчатобумажные тканые, хлопчатобумажные шитые и шерстяные ремни прошивают жильной струной диаметром 1,5—2 мм по всей длине стыка «в елочку» (рис. 45). Приспособление для натяжения ремней и транспортерной ленты после сборки показано на рис. 46. Его можно устанавливать под любым углом к оси ленты, что позволяет правильно ее натягивать.

Цепные передачи

Цепные передачи собирают с соблюдением тех же правил и приемов, которые применяют при сборке шкивов ременных передач. Сборка заключается в установке и закреплении звездочек на валах и в монтаже и регулировании цепи. После закрепления звездочки на валу проверяют на радиальное и торцовое биение. Средние величины допускаемых радиального и торцового биений звездочек втулочно-роликовых цепей в зависимости от размеров передачи следующие, мм:

Диаметр звездочек . . .	До 100	100—200	200—300	300—400	Св. 400
Биение звездочек:					
радиальное	0,25	0,5	0,75	1	1,2
торцовое	0,3	0,5	0,8	1	1,5

Биение звездочек замеряют обычными методами. Параллельность валов и смещение звездочек определяют по схеме, показанной на рис. 40. Смещение звездочек устраняют регулированием и установкой компенсирующих элементов. При работе цепь должна иметь провисание, однако во избежание значительного провисания и сильного шума следует натягивать цепи так, чтобы не затруднялось их движение. Наибольшая величина провисания определяется условиями работы цепных передач. Для горизонтальных и наклонных (до 45°) цепных передач допускают стрелу провисания не более 2% величины межцентрового расстояния, а для передач с наклоном более 45° и вертикальных стрелу провисания допускают равной 0,2% расстояния между центрами. Цепь с небольшим провисанием правильнее укладывается на зубьях звездочек, вследствие чего уменьшается износ деталей.

В высокоскоростном приводе центробежное натяжение увеличивает провисание ветвей цепи, поэтому необходимо перед пуском в работу цепь натягивать достаточно туго (обычно это достигается перемещением подвижной опоры). Цепи соединяют при помощи переходных звеньев на верстаке либо после того, как она уже положена на звездочки, в последнем случае концы цепей приходится натягивать. Сборку цепи на верстаке производят тогда, когда она может быть надета на звездочки, расположенные на концах валов. Для натягивания концов цепи применяют стяжные приспособления различных конструкций. Ролико-втулочные цепи натягивают специальным приспособлением (рис. 47, *а*), которое состоит из стяжной шпильки *1*, имеющей правую

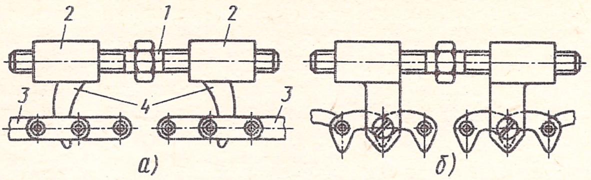


Рис. 47. Приспособления для натяжения цепей

и левую резьбы и двух гаек *2* с приваренными к ним скобами *4*. При сборке цепи *3* скобы *4* надевают на концевые ролики цепи и, вращая ключом шпильку *1*, натягивают цепь до требуемого предела. На рис. 47,*б* показано приспособление для натяжения пластинчатых зубчатых цепей.

ШАТУННО-ПОРШНЕВАЯ ГРУППА

Шатунно-поршневая группа служит для преобразования поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала. Зазоры между поршнем и цилиндром, а также между штоком и втулкой уплотняются поршневыми кольцами, манжетами или сальниковыми набивками. Одним из основных условий правильной сборки шатунно-поршневой группы является строгая перпендикулярность осей цилиндров к оси коленчатого вала. Соосность направляющих ползуна и цилиндра проверяют нутромером и струной, натягиваемой через геометрическую ось цилиндра (рис. 48). Перпендикулярность осей проверяют угольником (рис. 49), угломером или так, как показано на рис. 50.

Установка поршней. Зазор между стенками цилиндра и поршнем задается номинальными размерами (табл. 15–17), указанными в чертеже.

Поршневые кольца должны входить в пазы поршня и прилегать к их поверхности плотно, без заеданий. Зазоры между кольцами и стенками пазов поршня проверяют, надевая кольца на поршень. Если кольцо застревает в пазу поршня, то зазор между кольцами и пазом увеличивают путем пригонки кольца. Для проверки зазоров в

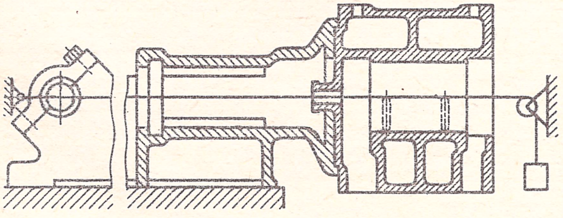


Рис. 48. Проверка соосности направляющих ползуна и цилиндра нутромером и струной

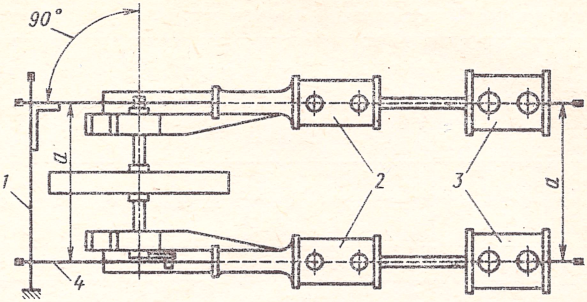


Рис. 49. Схема проверки параллельности осей цилиндров спаренной паровой машины:
1 – струна; *2* – цилиндры машины; *3* – цилиндры компрессоров; *4* – струна

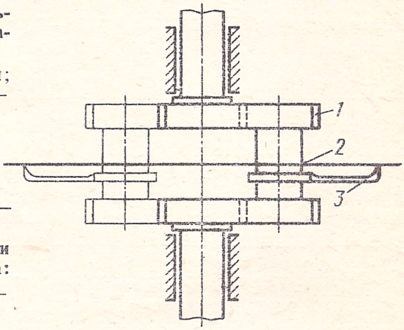


Рис. 50. Проверка перпендикулярности осей цилиндра и коленчатого вала:
1 – коленчатый вал; *2* – струна; *3* – рейсмус

замках кольцо вставляют в цилиндр, кромки кольца зачищают напильником. Плотность прилегания колец к стенкам цилиндра проверяют путем установки их в цилиндр и опускания по всей его высоте. После пригонки поршневые кольца вставляют в пазы поршня при помощи трех стальных пластин толщиной 1–1,5 мм и шириной около

15. Диаметральные зазоры между цилиндром и поршнем

Машина	Диаметральный зазор, доля диаметра цилиндра	
	у направляющей части поршня	у головки поршня
Компрессор	0,0006 – 0,0009	–
Молот пневматический	–	0,0003 – 0,0012
Дизельный двигатель стационарный четырехтактный	0,001 – 0,0012*	0,007 – 0,01

* При алюминиевых поршнях зазоры увеличивают в 1,5 раза.

16. Допустимые зазоры для цилиндра паровых машин, мм

Диаметр цилиндра	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700
Зазор	0,15	0,22	0,3	0,38	0,45	0,55	0,6	0,75	0,9	1,05

17. Допустимые зазоры для цилиндров двигателей (для поршней без искусственного охлаждения), мм

Зазор	Диаметр цилиндра, мм						
	250	300	350	400	450	500	550
По диаметру	0,25 – 0,3	0,3 – 0,35	0,35 – 0,38	0,38 – 0,4	0,4 – 0,45	0,42 – 0,48	0,45 – 0,5
В головке поршня	2,6	3	3,2	3,4	3,5	3,6	3,8

Примечание. Для двухтактных двигателей зазоры увеличивают на 0,5 мм на сторону в головках поршней и на 0,1 мм в направляющей части поршней. Обычно величины зазоров указываются на чертежах завода, которыми следует руководствоваться при монтаже машин. Поршневые кольца пришабривают по плите и пригоняют в поршневые пазы с зазором.

10–15 мм (рис. 51), равномерно расположенных по окружности между кольцом и поршнем, кольцо передвигают по пластинкам над пазами на свои места, вынимают пластинки и осторожно вставляют кольцо в паз. Кольца должны выступать из пазов поршня на 0,3–0,4 мм. Чтобы через замки поршневых колец не проходили газы или жидкость, они должны быть расположены один против другого в диаметрально противоположных сторонах. Допустимые величины зазоров в стыке и по высоте колец приведены в табл. 18 и 19.

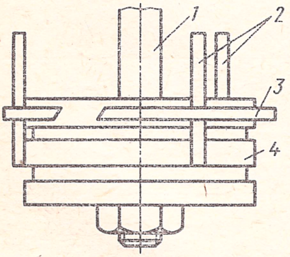


Рис. 51. Схема установки поршневых колец:

1 – шток; *2* – направляющие планки; *3* – поршневое кольцо; *4* – поршень

До вставления поршневых колец поршень соединяют со штоком. В случае конического соединения поршня со штоком конец последнего должен быть притерт к корпусу поршня, затем поршень затягивают до отказа гайкой. Собранный поршень вставляют в цилиндр с помощью приспособлений, показанных на рис. 52 и 53. Первое приспособление изготовляют из листовой стали толщиной 1,5 мм, второе выполняют литым.

В двухступенчатых машинах двойного действия поршни низкого

18. Допустимые зазоры для поршневых и золотниковых колец паровых машин, мм

Зазор	Диаметр цилиндра, мм					
	50	75	100	125	150	200
По высоте колец	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
В стыках колец	0,15–0,2	0,2–0,25	0,3–0,35	0,4–0,5	0,5–0,6	0,6–0,7

Зазор	Диаметр цилиндра, мм						
	250	300	350	400	500	600	700
По высоте колец	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,1	0,1
В стыках колец	0,7–0,8	0,8–0,9	0,9–1,0	1–1,1	1,1–1,2	1,2–1,4	1,5–1,6

19. Допустимые зазоры в стыке замка и в пазах для поршневых колец двигателей, мм

Зазор	Номинальный диаметр, мм				
	260	345	375	425	500
В канавках для двух верхних колец	0,1	0,15	0,17	0,2	0,22
Для остальных колец:					
наибольший	0,08	0,1	0,12	0,15	0,17
наименьший	0,05	0,06	0,08	0,09	0,1
В стыке замка:					
в верхнем кольце	2	2,3	3,5	3,5	3,5
в нижнем кольце	1	1	1,2	1,5	1,5

и высокого давления имеют общий шток. Первоначально устанавливают поршень низкого давления, затем – поршень высокого давления. Зазор между штоком и телом сальниковой втулки и грундбуксы (при

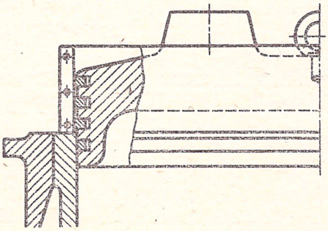


Рис. 52. Приспособление для ввода колец в цилиндр, изготовленное из листовой стали толщиной 1,5 мм

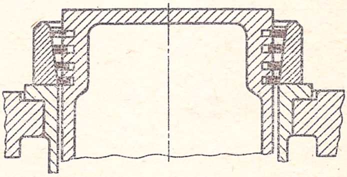


Рис. 53. Приспособление для ввода колец в цилиндр

мягкой набивке) или кольцами металлических лабиринтных уплотнений определяют в зависимости от диаметра штока по следующим данным:

Диаметр штока, мм . . .	50	60	70	80	90	100	110
Зазор, мм	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1

Шток с резьбой ввинчивают в центрирующее отверстие ползуна, а шток с клиновым соединением вводят в ползун, проверяя совпадение пазов под клин в штоке и ползуне.

Установка ползунов. Направляющие в машинах с ползунами должны быть параллельны продольной оси цилиндра, что проверяют тонкой проволокой, натянутой по оси цилиндра (см. рис. 48 и 54). Проволока должна совпадать с центром отверстия ползуна, установленного на направляющих. Расстояние от проволоки до направляющих измеряют нутромером и регулируют, снимая или добавляя подкладки под плиту цилиндра. Проверка может быть выполнена более точно при помощи штока, ползуна и контрольного кольца (рис. 55). Прилегание башмаков ползуна *2* (см. рис. 54) к направляющим *1* проверяют по краске и щупом. Нижний башмак ползуна пришабривают, верхний башмак проверяют по краске на касание к верхней направляющей. Зазор между направляющей и верхним башмаком должен быть 0,1 – 0,15 мм. Его регулируют установкой прокладок между нижним башмаком и корпусом ползуна. Палец должен входить в отверстие ползуна плотно под действием легких ударов молотком.

Сборка шатунов. Параллельность большой и малой головок шатуна на заводе получают совместной расточкой мест под подшипники (с одной установки). При сборке параллельность обеспечивают шабрением вкладышей и соответствующей проверкой. Сборку шатуна начинают с пригонки и пришабривания кривошипных (мотылевых) вкладышей и одновременно проверяют на краску шатунный подшип-

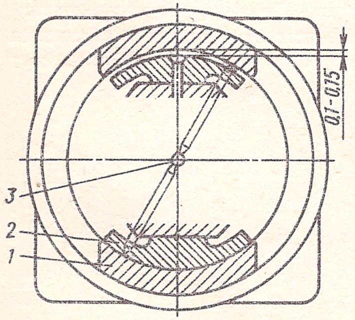


Рис. 54. Установка ползуна:
1 – направляющие; *2* – ползуны; *3* – натянутая струна

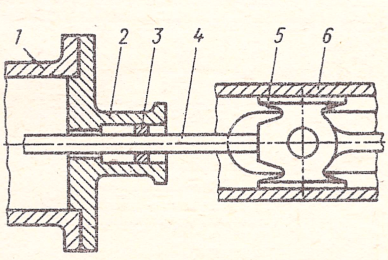


Рис. 55. Установка ползуна:
1 – цилиндр; *2* – крышка цилиндра; *3* – контрольное кольцо; *4* – шток; *5* – ползун; *6* – направляющие

20. Зазоры для вкладыша пальца ползуна или поршня, мм

Зазор	Диаметр пальца, мм			
	60	60–110	110–155	155–200
Наибольший	0,07	0,1	0,12	0,15
Наименьший	0,05	0,08	0,10	0,12

21. Зазоры для вкладышей кривошипных шеек, мм

Зазор	Диаметр шейки, мм			
	80	80–180	180–260	260–360
Наибольший	0,11	0,13	0,17	0,20
Наименьший	0,09	0,11	0,13	0,16

ник по пальцу ползуна или поршня. Для получения отпечатков на шейку коленчатого вала наносят краску и собирают подшипник вместе с прокладками, затягивая его шатунными болтами. Затем поворачивают вал несколько раз, вынимают вкладыши и пришабривают их, добиваясь равномерного распределения пятен краски по всей обработанной поверхности. Вкладыши должны охватывать шейку коленчатого вала не менее чем на 2/3 полуокружности. Подшипники малой головки шатуна сначала пришабривают без прокладок, затем подшипник собирают на прокладках соответствующей толщины и пришабривают окончательно. Пальцы должны входить в подшипники с зазором (табл. 20 и 21). Зазор проверяют по оттиску. Между валом и верхним вкладышем закладывают куски свинцовой проволоки или листового свинца толщиной 1–1,5 мм.

При общем недостаточном или чрезмерном зазоре изменяют количество или толщину прокладок между вкладышами. Толщина набора прокладок в стыке может быть следующей:

Диаметр шейки, мм	До 100	100–200	200–300
Толщина набора прокладок, мм	2–3	3–5	5–6
Количество прокладок, шт.	5–6	6–8	8–10

Материал прокладок – латунь или декапированная сталь. Проверка торцовых зазоров осуществляется перемещением шатуна в одну или другую сторону до упора. Торцовый зазор у шатунов паровых машин и современных двигателей внутреннего сгорания допускается до 5 мм.

Допустимое смещение оси шатуна относительно оси цилиндра принимается следующим:

Диаметр цилиндра, мм	260–345	375–425	500
Допустимое смещение, мм . . .	1	1,4	2

Проверка осуществляется измерением расстояний от торцовых плоскостей шатуна до шеек коленчатого вала.

Регулирование линейного зазора. Величина линейного зазора должна быть либо одинаковой с обеих сторон, либо со стороны вала на 1–1,5 мм больше, чем с противоположной стороны. В паровых машинах в зависимости от хода поршня устанавливают следующие зазоры, мм:

Ход поршня	100—200	200—400	400—600	Св. 600
Линейный зазор со стороны:				
вала	5	6	7	8
крышки	4	5	6	7

Величину линейного зазора можно измерить следующими способами.

1. Поршень, соединенный со штоком и ползуном, перемещают до соприкосновения поочередно с передней и задней крышками, отмечая на направляющих соответствующее положение ползуна. Затем собирают шатун с ползуном и кривошипом, вторично ставя поршень в мертвые точки, и вновь на направляющих отмечают положения ползуна. Расстояние между первой и второй отметками положения ползуна дает величину линейного зазора.

2. По обеим сторонам поршня подвешивают свинцовые пластинки толщиной 4—8 мм, затем поворачивают коленчатый вал на полный оборот. Толщина оттисков соответствует фактическим линейным зазорам. Этот способ неудобен тем, что приходится снимать заднюю крышку и поршень.

3. У машин без ползунов величину зазора определяют с помощью оттиска свинцовой проволоки, вставляемой в цилиндр через отверстие клапана, или до сборки шатунных подшипников поршень перемещают до соприкосновения с крышкой и измеряют расстояние (рис. 56) от края цилиндра до края поршня. Затем поворачивают вал так, чтобы его положение соответствовало передней мертвой точке, и шатун с вкладышем плотно придвигают к шейке вала. В этом положении вновь измеряют расстояние между краем цилиндра и краем поршня.

При клиновом соединении регулирование линейных зазоров проводится добавлением или изъятием прокладок соответствующей толщины между вкладышами кривошипного подшипника шатуна (если величина монтажного зазора допускает регулирование); изменением длины штока путем ввинчивания или вывинчивания его из хвостовика (при резьбовом соединении); изменением толщины прокладки между крышкой и цилиндром; проточкой внутреннего торца крышки цилиндра.

Плунжерные узлы. Уплотняющие устройства плунжерных узлов служат для устранения течи жидкостей или газов, которые вследствие избыточного внутреннего давления просачиваются через зазоры между неподвижными и движущимися деталями. Уплотнения плунжерных узлов можно разделить на две группы. К первой относятся уплотнения, в которых необходимое гидравлическое сопротивление в зазоре дости-

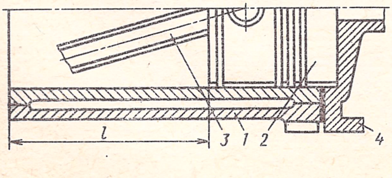


Рис. 56. Регулирование зазоров: *1* — цилиндр; *2* — поршень; *3* — шатун; *4* — крышка цилиндра

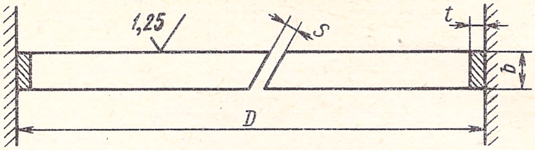


Рис. 57. Поршневое кольцо

гается путем притирки плунжера и цилиндра без применения специальных уплотняющих деталей. Это уплотнение характеризуется постоянным зазором, малая величина которого предусматривается при обработке и сборке деталей. Плунжеры должны быть притерты к цилиндрам до плотного прилегания $Ra = 0{,}5$ мкм, чтобы будучи смазанными, они могли медленно перемещаться в цилиндрах под действием собственной силы тяжести. Зазоры между плунжером и цилиндром устанавливают от 0,008 до 0,12 мм (при небольших давлениях 0,03 – 0,04 мм). Овальность цилиндров и разность диаметров на длине 1000 мм должны быть не более 0,01 мм, плунжеров – не более 0,005 мм.

Ко второй группе относятся уплотнения, в которых гидравлическое сопротивление достигается при помощи дополнительных деталей (манжет, колец, набивок), постоянно прижатых к уплотняемым поверхностям соединений. Боковой зазор между кольцами и пазом поршня допускается не более 0,04 – 0,05 мм. Кольца (рис. 57), вставленные в цилиндр, должны плотно (без просвета) прилегать своей поверхностью к зеркалу цилиндра и иметь зазор S в стыке не более величин, приведенных в табл. 22. Овальность цилиндров, работающих с поршневыми кольцами, должна быть не более 0,03 мм; разность диаметров цилиндра на длине 1000 мм – не более 0,02–0,03 мм; отклонение оси цилиндра от прямолинейности – не более ±0,02 мм на длине 500 мм. При

22. Основные размеры поршневых колец, применяемых в гидроустройствах, мм

<table>
<tr><th>D*</th><th>l</th><th>b**</th><th>S_{max}</th><th>D*</th><th>l</th><th>b**</th><th>S_{max}</th><th>D*</th><th>l</th><th>b**</th><th>S_{max}</th><th>D*</th><th>l</th><th>b**</th><th>S_{max}</th></tr>
<tr><td>45</td><td rowspan="3">2</td><td rowspan="3">5</td><td rowspan="5">0,05</td><td>90</td><td rowspan="2">4</td><td rowspan="3">8</td><td>0,05</td><td rowspan="2">175
200</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">15</td><td rowspan="5">0,10</td><td rowspan="2">300
350</td><td rowspan="2">12</td><td rowspan="2">25</td><td rowspan="5">0,10</td></tr>
<tr><td>50</td><td>105</td><td rowspan="4">0,10</td></tr>
<tr><td>55</td><td>125</td><td>5</td><td rowspan="3">225
250</td><td rowspan="3">10</td><td rowspan="3">20</td><td rowspan="3">400
500</td><td rowspan="3">15</td><td rowspan="3">30</td></tr>
<tr><td>63</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">150</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">10</td></tr>
<tr><td>75</td></tr>
</table>

* Допуск в рабочем состоянии +0,02.

** Посадка без натяга.

выборе зазоров руководствуются заводскими инструкциями, чертежами и данными, установленными заводом-изготовителем.

Для предотвращения защемления штока и поршня необходимо выдерживать соосность цилиндра и направляющей буксы штока. Для этого поверхность штока шлифуют, а затем полируют. Допустимая овальность штока не более 0,01 мм. Разность диаметров на длине 1000 мм составляет 0,02–0,03 мм.

В гидравлических устройствах, работающих при давлении до 32 МПа и температуре от + 80 до – 35 °С применяют уплотнительные резиновые манжеты (рис. 58) диаметром до 300 мм. Для цилиндров, работающих с манжетой, овальность и разность диаметров на длине 1000 мм допускается до 0,1 мм. Поверхность цилиндра, работающего с манжетой, полируют. В плунжерных деталях (рис. 59) крупных прессов проверяют плотность прилегания плунжера к поверхности направляющей втулки. Для этого цилиндр устанавливают в горизонтальное положение с контролем по уровню и вставляют в него предварительно покрытый краской плунжер. Затем плунжер поворачивают 2–3 раза, вынимают и по краске определяют плотность его прилегания ко втулке. Прилегание плунжера можно улучшить пришабриванием направляющей втулки. Кольцо, уплотняющее набивку, также проверяют по краске и пришабривают.

На рис. 60 показана манжета U-образного сечения, применяемая для поршней пневматических цилиндров диаметром 80–150 мм. Уплотнения манжетами углового сечения (рис. 61, *а* и *б*) применяют для поршней цилиндров диаметром 175–400 мм. Уплотнения из кожи или севанита рассчитывают на рабочее давление до 0,6 МПа (испытательное 0,8 МПа) при температуре рабочей среды до 100 °С, окружающего воз-

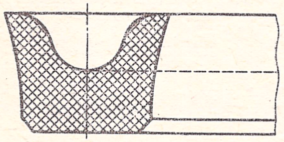


Рис. 58. Манжета резиновая

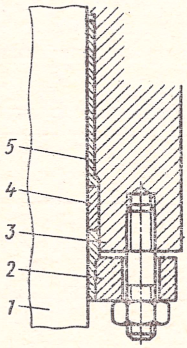


Рис. 59. Плунжерный узел:
1 – плунжер; *2* – фланец; *3* – цилиндр; *4* – кольцо разрезное; *5* – втулка бронзовая

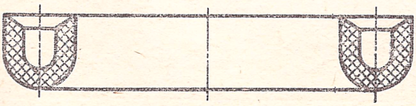


Рис. 60. Манжета U-образного сечения

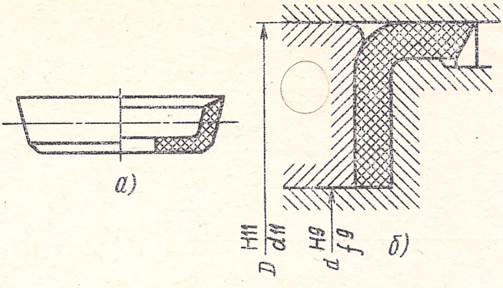


Рис. 61. Манжета углового сечения

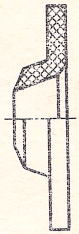


Рис. 62. Воротниковая манжета

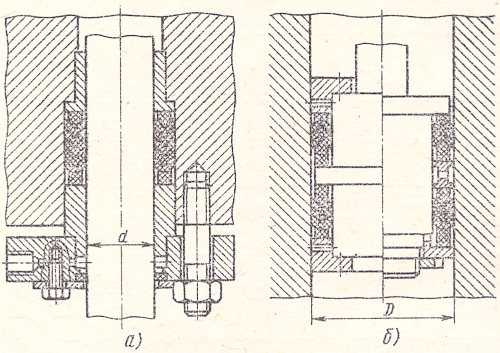


Рис. 63. Конструкция уплотнительных узлов

духа до $-30\,^{\circ}$C, скорости движения поршня до 4 м/с и смазывании цилиндровым или индустриальным маслом.

К простейшим уплотнениям штоков относятся сальники с мягкой набивкой. На рис. 62 показана воротниковая манжета для штоков диаметром 30–85 мм. Для обеспечения герметичности гидравлических устройств, работающих в воде, эмульсии, минеральных маслах при давлении до 50 МПа и температуре от -30 до $+50\,^{\circ}$C применяют резинотканевые шевронные многорядные уплотнения.

На рис. 63, *а* показана рекомендуемая конструкция уплотнения деталей плунжера (штока), а на рис. 63, *б* – конструкция уплотнения деталей поршня. Количество манжет в узле уплотнения (рис. 64) зависит от диаметра плунжера (поршня, штока) и давления рабочей жидкости. Рекомендации по определению количества манжет содержатся в табл. 23. Уплотнения изготовляют из хлопчатобумажной ткани «доместик», прорезиненной с двух сторон графитовой резиновой смесью; их можно изготовить также из резины.

23. Рекомендуемое число манжет в узле уплотнения

Диаметр плунжера (поршня, штока), мм	Ширина уплотнения B, мм	Давление рабочей жидкости, МПа											
		6,4		10		20		32		40		50	
		Число манжет	Высота H*, мм	Число манжет	Высота H*, мм	Число манжет	Высота H*, мм	Число манжет	Высота H*, мм	Число манжет	Высота H*, мм	Число манжет	Высота H*, мм
10 – 18	6		15		15		15	3	15	3	15	4	17,5
20 – 30	7,5		18,9		18,9	3	18,9		18,9		18,9		22,1
30 – 60	10		24,9	3	24,6		24,6	4	28,8	4	28,8	5	33
60 – 85	12,5	3	30,9		30,9		30,9		36,2	5	41,5	6	46,8
90 – 220	15		37,2		37,2	4	43,6	5	50	6	56,4	7	62,8
220 – 710	20		49,5	4	58	5	66,5	6	75	7	83,5	8	92
750 – 1400	25	4	72,4	5	83	6	93,	7	104,2	8	114,8	9	125,4
1500 – 2000	30	5	99,5	6	112,2	7	124,9	8	137,6	9	150,3	10	163

* См. рис. 64.

П р и м е ч а н и я: 1. При диаметре более 500 мм уплотнения изготовляют в виде разрезных колец или полос соответствующего поперечного сечения и необходимой длины.

2. Стыкование разрезных колец и полос производят под углом 45°.

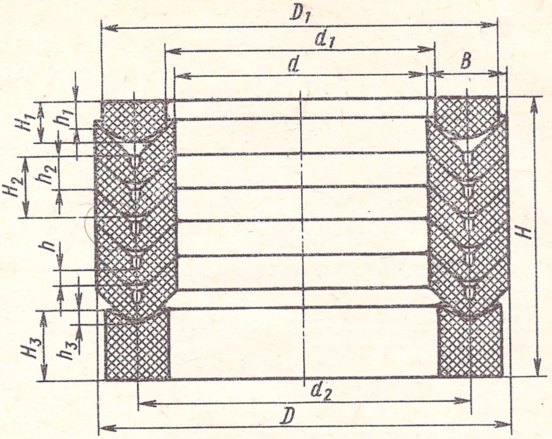


Рис. 64. Набор манжет в узле уплотнения

ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ПРИГОНОЧНЫХ И СБОРОЧНЫХ РАБОТ

Отклонение от плоскостности проверяют следующими измерительными инструментами и приборами.

П о к р а с к е при помощи поверочной плиты, контрольной линейки, эталонных или сопрягаемых деталей проверяют плоскости длиной до 2 м. Качество работы определяется равномерностью расположения краски.

Л и н е й к о й и щ у п о м. Линейку накладывают на проверяемую плоскость в разных направлениях. Щупом или полоской папиросной бумаги контролируют наличие и величину зазора между проверяемой плоскостью и линейкой.

Л и н е й к о й и н у т р о м е р о м (рис. 65). Линейку устанавливают на проверяемую плоскость на две плоскопараллельные одинаковые меры. Замеры нутромером делают в разных местах по длине с учетом прогиба линейки под действием собственной силы тяжести. При необходимости проверить плоскость с размерами бóльшими, чем длина линей-

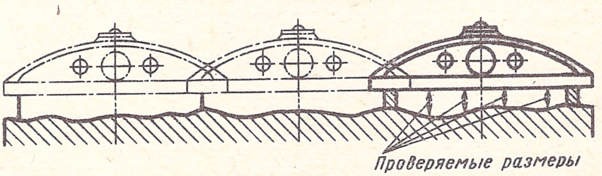


Рис. 65. Проверка плоскостности линейкой и нутромером

ки, последовательно перемещают линейку, выверяя по уровню правильность ее установки. Погрешность измерений – до 0,01 мм на 1 м длины.

По уровню, передвигая его в разных направлениях по длине и ширине плоскости, устанавливаемой в горизонтальное положение при помощи подкладок. Погрешность измерений – до 0,02 мм на 1 м длины.

Натянутой струной (стальная проволока диаметром 0,3–0,5 мм или шелковая нить) проверяют плоскости длиной до 10 м (иногда больше). Расстояние от струны до плоскости замеряют нутромером. При контроле прямолинейности длинных плоскостей учитывают провисание струны.

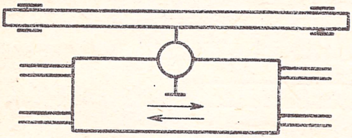


Рис. 66. Проверка плоскостности линейкой и индикатором

Линейкой и индикатором. Индикатор укрепляют на перемещающейся части станка (рис. 66). Измерительный наконечник прибора касается вертикальной грани линейки, закрепленной неподвижно и представляющей собой базовую линию. Линейку устанавливают так, чтобы по ее концам показания прибора были одинаковы, этим устраняется необходимость в пересчетах показаний прибора. Погрешность определяют наибольшей разностью показаний приборов. Метод применим для проверки перемещений до 1500 мм.

Оптическими приборами (зрительной трубой и визирной маркой, рис. 67). Оптическую ось зрительной трубы *1* совмещают при помощи кремальерного устройства *3* с осью визирной марки *4*, перемещаемой по проверяемой плоскости *5*. Отсчеты проводят при помощи микрометрического винта *2*. Погрешность измерений – 0,02 мм на 1 м длины.

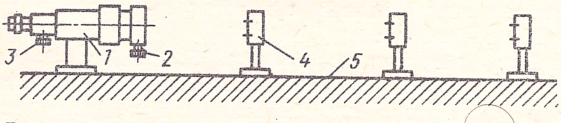


Рис. 67. Проверка плоскостности оптическими приборами (при помощи зрительной трубы и визирной марки)

Коллимационным методом проверяют прямолинейность направляющих больших станков. Коллимационная установка (рис. 68, *а*) состоит из коллиматора *2* и зрительной трубы *1*. Коллиматор устанавливают на перемещающейся части станка, а зрительную трубу, через которую наблюдают за коллиматором, на неподвижной. Коллиматор посылает вдоль проверяемой плоскости пучок света, несущий изображение шкалы *3*, помещенной в фокальной плоскости коллиматора. Пучок света попадает в объектив зрительной трубы, в фо-

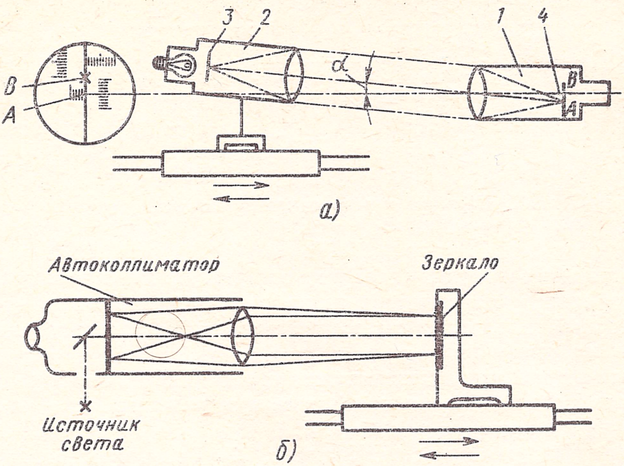


Рис. 68. Схема проверки плоскостности:

а — при помощи коллимационной установки; *б* — при помощи автоколлиматора и зеркала

кальной плоскости которой помещена визирная сетка 4, рассматриваемая через окуляр. Если оптическая ось коллиматора по отношению к оптической оси зрительной трубы смещена на угол α, то световые лучи входят в линзу зрительной трубы под углом α. Смещение, равное *АВ*, пропорционально углу α. При перемещении проверяемой части в случае отклонения от прямолинейности движения, будут наблюдаться указанные смещения. По величине смещения изображения шкалы коллиматора относительно визирной сетки зрительной трубы оценивают непараллельность направляющих. Во время перемещения проверяемой части станка измерения ведут беспрерывно. По полученным угловым показаниям строят график.

Если коллиматор с окуляром закрепить на направляющих станины станка, а на подвижные части поместить плоское зеркало (рис. 68, *б*), то длина оптического рычага удвоится и соответственно повысится чувствительность установки. Такую установку называют автоколлимационной оптической системой.

Проверку с помощью автоколлиматора осуществляют следующим образом. Плоское зеркало, укрепленное на перемещающейся части, отражает пучок света, посылаемый коллимационным устройством. В случае углового смещения зеркала от выбранного направления произойдет смещение изображения. Величину смещения определяют с помощью окуляр-микроскопа, которым снабжается прибор. Во время перемещения проверяемой части станка измерения ведут непрерывно. По полученным угловым перемещениям строят график.

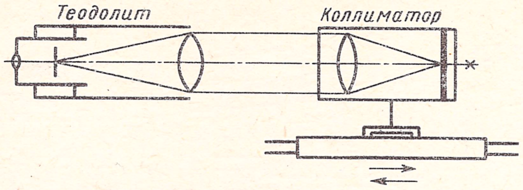


Рис. 69. Проверка плоскостности при помощи теодолита и коллиматора

Теодолитом и коллиматором (рис. 69). На перемещающейся части станка устанавливают коллиматор, на неподвижной – теодолит, который используют как зрительную трубу. Проверку производят так же, как и предыдущими способами. Угловые смещения от исходной прямой находят непосредственно по угловой шкале теодолита. При угловом смещении коллиматора теодолит поворачивают в обратную сторону на тот же угол.

Струной и микроскопом (рис. 70). Вдоль проверяемой поверхности натягивают стальную проволоку *1* диаметром 0,1–0,3 мм или шелковую нить, которая служит контрольной прямой. Микроскоп *2*, укрепленный на перемещающейся части станка *3*, устанавливают поочередно на концах направляющей. В точках *А* и *Б* штриховая линия пластинки окуляра совмещена с одной из боковых образующих проволоки. Погрешность определяют по наибольшему смещению штриховой линии микроскопа от боковой образующей проволоки или по перемещению рабочего органа в заданном направлении.

Водяным зеркалом (рис. 71). По проверяемой плоскости *1* перемещают ползун *3* с микрометрической головкой *4*, с помощью которой делают отсчеты от уровня жидкости, налитой в желоб *2*. Обычно этим методом проверяют отклонение от плоскостности длинных направляющих станков, а также плоскостность плит, столов, планшайб и круговых направляющих.

Проверка криволинейных поверхностей. Цилиндрические, конические, сферические и другие криволинейные поверхности проверяют при по-

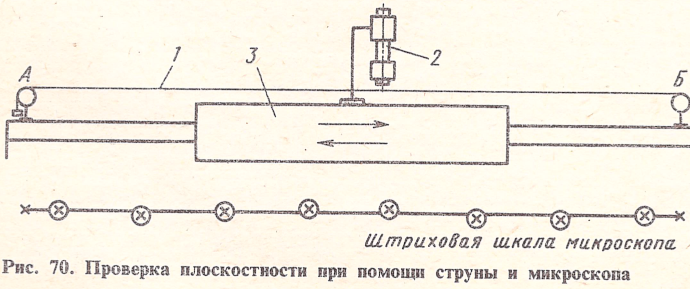


Рис. 70. Проверка плоскостности при помощи струны и микроскопа

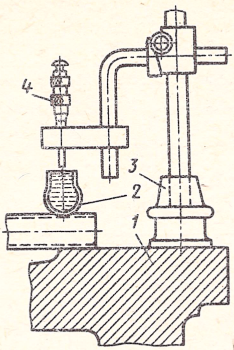


Рис. 71. Проверка плоскостности при помощи водяного зеркала

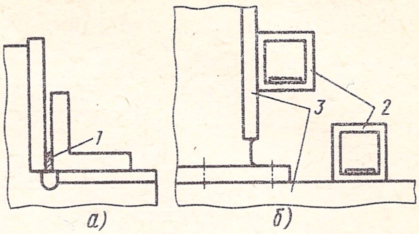


Рис. 72. Проверка перпендикулярности:

а – угольником; *б* – рамным уровнем; *1* – точная подкладка; *2* – рамные уровни; *3* – проверяемые плоскости

мощи эталонной или сопрягаемой детали следующими способами: по краске – с оценкой качества по равномерности расположения окрашенных пятен; лекалами и шаблонами с применением щупа.

Параллельность плоскостей проверяют измерением универсальными измерительными инструментами (штангенциркулем, нутромером, измерительной линейкой, шаблоном) и косвенными или комбинированными способами при помощи универсальных измерительных приборов (уровней, индикаторов) с использованием линеек или плит (см. проверку плоскостности).

Перпендикулярность плоскостей проверяют следующими инструментами и приборами: угольником с применением щупа (рис. 72, *а*), нутромера или индикатора, погрешность измерений – до 0,05 мм на 1 м длины; универсальным или рамным уровнем (рис. 72, *б*) и отвесом (погрешность измерений – 0,05 мм на 1 м длины).

Соосность отверстий и валов проверяют следующими приспособлениями: эталонными скалками, вводимыми в соосные отверстия собранных узлов, погрешность измерений – до 0,01 мм на 1 м длины; натянутой струной или отвесом – расстояние от струны до поверхности замеряют нутромером, погрешность измерений – до 0,5 мм при расстояниях между отверстиями до 5 м; зрительной трубой и коллиматором, установленным в проверяемые отверстия при помощи переходных втулок, погрешность измерений – до 0,2 мм при расстояниях между отверстия-

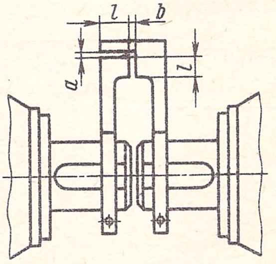


Рис. 73. Проверка соосности валов с помощью поворотных устройств

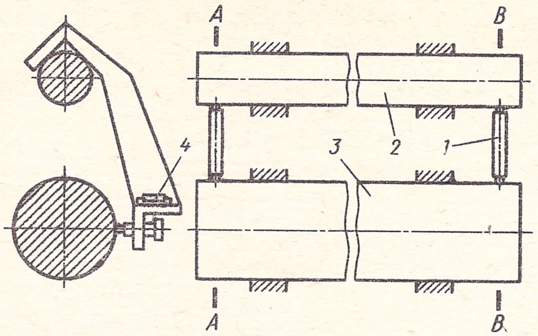


Рис. 74. Проверка параллельности валов:
1 – нутромер; *2* и *3* – эталонные скалки; *4* – уровень

ми до 20 м; поворотными устройствами (рис. 73), монтируемыми на валах и муфтах, с применением щупа или индикатора, зазоры *a* и *b* должны быть одинаковыми по длине *l* при поворотах валов на углы, кратные 90°.

Параллельность осей отверстий и валов проверяют эталонными скалками (рис. 74) с применением универсальных измерительных инструментов: нутромера, микрометра, штангенциркуля, погрешность измерений – до 0,01 мм при расстояниях между отверстиями до 1–2 м, а также универсальным уровнем, устанавливаемым на шейке эталонных скалок или валов.

Неплотности прилегания и зазоры проверяют по краске или щупом (пластинчатым и клиновым). Прилегания узких поверхностей проверяют на свет, а герметичность соединения – гидравлической или воздушной пробой.

24. Прогиб линеек под действием собственной силы тяжести

Длина линейки, мм	Прогиб, мкм			
	при опорах на концах линеек		при опорах на расстоянии 0,554 длины линейки	
	прямоугольного сечения	двутаврового сечения	прямоугольного сечения	двутаврового сечения
500	1,5	1,3	0,031	0,028
1000	16,5	13,0	0,31	0,27
1500	53,0	43,0	1,1	0,9
2000	117,0	96,0	2,4	2,0
2500	227,0	138,0	4,8	4,0
5000	327,0	274,0	6,8	5,7

Примечание. Данные приведены для линеек завода «Калибр».

25. Провисание струны, мкм

Расстояние точки замера до ближайшей скобы, м	Длина струны между скобами, м												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0,5	4	7	10	12	14	15	16	17	19	20	22	24	26
1,0	7	13	19	23	26	28	30	33	36	38	41	44	49
1,5	9	19	26	31	36	40	43	46	50	54	58	63	67
2,0	10	23	33	40	46	51	55	59	64	69	75	80	85
2,5	—	24	38	47	54	61	66	71	77	83	89	95	100
3,0	—	—	40	53	62	70	76	83	89	96	103	109	115
3,5	—	—	—	55	68	77	85	94	101	108	116	124	129
4,0	—	—	—	—	70	83	93	102	111	118	128	134	140
4,5	—	—	—	—	—	86	98	109	120	129	136	144	150
5,0	—	—	—	—	—	—	100	114	126	136	145	153	158
5,5	—	—	—	—	—	—	—	116	130	142	152	159	167
6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	132	145	157	165	174
6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	146	160	170	181
7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	161	174	185
7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	176	189
8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	190

Прогиб контрольных линеек. Для повышения точности измерений, проводимых при помощи контрольных линеек, необходимо учитывать величину прогиба линейки под действием собственной силы тяжести (табл. 24).

Провисание струны. Для повышения точности измерений, проводимых с помощью струны, необходимо учитывать величину провисания (табл. 25). Груз для натяжения струны подбирают в зависимости от ее диаметра и длины:

Диаметр струны мм	0,35	0,40	0,45	0,50
Масса груза, кг	9,5	12,4	15,6	19,3

Обычно массу груза для натяжения принимают равной 2/3 массы груза, обрывающей струну.

Глава 9

ТАКЕЛАЖ И ТАКЕЛАЖНЫЕ РАБОТЫ

ОСНАСТКА И ДЕТАЛИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Пеньковые канаты применяют при подъеме грузов небольшой массы вручную через блоки, а также для оттяжек и расчалок. В кранах и подъемных механизмах с машинным приводом пеньковые канаты не используются.

Пеньковые канаты обыкновенные (тросовые) выпускают смолеными и несмолеными (бельные канаты). Последние гибки и удобны в работе, но подвержены загниванию, кроме того, при размокании их прочность резко снижается. На монтажных работах применяют бельные и смоленые канаты (обработанные горячей смолой).

Обыкновенные пеньковые канаты, свитые из трех прядей, подразделяются на нормальные, повышенные, специальные и особого назначения. В табл. 1 приведены величины допустимых нагрузок на чалочные канаты. Диаметр барабанов или блоков, огибаемых пеньковыми канатами, должен быть не менее 10-кратного диаметра каната. Пеньковые канаты смазывают мазью следующего состава, %: технического вазелина 83, канифоли 10, озокерита 4, графита 3.

Канаты капроновые в зависимости от разрывной нагрузки подразделяют на три группы: обыкновенные, повышенные и с государственным Знаком качества. Физико-механические свойства канатов группы «обыкновенные» диаметром 13 ÷ 40 мм приведены в табл. 2.

Стальные канаты изготовляют из светлой или оцинкованной проволоки по ГОСТ 7372–79.

Канаты подразделяются:

по способу свивки: на раскручивающиеся и нераскручивающиеся;

по направлению свивки: правого и левого направления; направление свивки определяется: для спиральных канатов – направлением свивки проволок наружного слоя в канате, для канатов двойной свивки – направлением свивки прядей наружного слоя в канате, для канатов тройной свивки – направлением свивки стренг в канате;

по сочетанию направлений свивки элементов каната – крестовой свивки (направление свивки прядей – стренг в канате, прядей в стренгах и проволок в прядях противоположны) и односторонней свивки (направление свивки прядей в канате и проволоках в прядях наружного слоя одинаковы);

по степени крутимости – крутящиеся (с одинаковым направлением свивки всех прядей) и малокрутящиеся (многопрядные с противоположным направлением свивки прядей по слоям каната);

1. Характеристика пеньковых канатов

Размеры каната, мм		Канаты бельные обыкновенные		Канаты пропитанные обыкновенные	
		Разрывное усилие, Н, не менее			
Длина окружности	Диаметр	каната в целом	суммарное по каболкам каната	каната в целом	суммарное по каболкам каната
30 ± 2	10	6280	6 750	6 000	6 450
35 ± 2	11	7 400	8 100	7 100	7 740
40 ± 2	13	9 800	10 800	9 400	10 320
45 ± 2	14	12 600	13 500	11 500	12 900
50 ± 2	16	15 500	17 550	14 800	16 770
60 ± 2	19	20 800	24 300	19 900	23 220
70 ± 3	22	28 200	33 750	27 000	32 250
80 ± 3	26	35 200	43 200	33 600	41 280
90 ± 4	29	44 000	55 350	42 000	52 890
100 ± 4	32	53 100	68 850	50 800	65 790
115 ± 4	37	67 000	90 000	63 700	85 500
125 ± 4	40	79 000	108 000	75 100	102 660
150 ± 5	48	108 600	154 800	103 200	147 060
175 ± 5	56	141 500	210 600	134 400	200 070
200 ± 6	64	180 900	275 400	171 900	261 630
225 ± 7	72	224 000	349 200	213 000	331 740
250 ± 8	80	271 000	430 200	257 000	408 690
275 ± 8	88	324 000	520 200	307 000	494 190
300 ± 8	96	381 500	619 200	362 000	588 240
325 ± 10	104	446 000	727 200	423 000	633 840
350 ± 10	112	515 000	844 200	489 000	801 990

2. Физико-механические свойства капроновых канатов (ГОСТ 10293—77)

Размеры каната, мм		Линейная плотность каната, ктекс, не менее	Разрывная нагрузка каната группы «необыкновенные», Н, не менее	Ориентировочная масса 100 м каната, кг
Диаметр	Длина окружности			
13	40	105	22 600	10
16	50	167	36 000	15,7
19	60	239	50 700	22,8
22	70	325	68 500	30,8
26	80	425	89 000	40,2
29	90	569	121 000	53,6
31	100	679	139 500	64,2
37	115	920	184 000	87
40	125	1073	208 000	101

по механическим свойствам проволоки на марки: В – канаты высокого качества; I – канаты нормального качества; II – канаты, поставляемые по согласию потребителя;

по типу прядей и спиральных канатов: ТК – с точечным касанием проволок между слоями; ЛК – с линейным касанием проволок между слоями; ЛК-О – с линейным касанием проволок между слоями и одинаковым диаметром проволок по слоям пряди; ЛК-Р – с линейным касанием проволок между слоями и разным диаметром проволок в наружном слое пряди; ЛК-З – с линейным касанием проволоки между слоями и проволоками заполнения; ЛК-РО – с линейным касанием проволок между слоями и имеющие в пряди слои с проволоками одинакового диаметра и слои с проволоками разных диаметров; ТЛК – с комбинированным точечно-линейным касанием проволок.

При монтаже оборудования используют стальные канаты: в полиспастах и стропах – типа ЛК – РО конструкции $6 \times 36 + 1$ о. с; в расчалках, тягах и иных приспособлениях (когда не требуется большой гибкости каната) – типа ЛК-Р конструкции $6 \times 19\ (1 + 6 + 6/6) + 1$ о. с. или ЛК-О конструкции $6 \times 19\ (1 + 9 + 9) + 1$ о. с. Рекомендуется применять канаты крестовой (обычно правой) свивки марки I, изготовленные из светлой проволоки. Необходимо также соблюдать правила транспортирования канатов, хранения их на складе и осмотра в соответствии с требованиями ГОСТ 3241–80.

При разматывании каната следует избегать образования петель, так как образовавшаяся и своевременно не выпрямленная петля может повлечь за собой порчу каната – так называемый залом, вызывающий в дальнейшем при растяжении каната смещение, перекручивание и выпучивание проволок и прядей. Такой канат небезопасен в эксплуатации, и срок его службы весьма ограничен. Для предохранения от коррозии стальные канаты тщательно очищают от грязи и регулярно смазывают.

Стальной канат, используемый в кранах и подъемных механизмах с машинным приводом, рассчитывается на растяжение по формуле

$$S = P/k,$$

где S – наибольшая допустимая нагрузка, кН; P – разрушающая нагрузка каната в целом, кН;
k – коэффициент запаса прочности каната.

Коэффициент k в зависимости от назначения каната имеет следующие значения:

Грузовые и стреловые в грузоподъемных машинах с приводом:	
ручным	4,5
машинным при режиме работы:	
легком	5,0
среднем	5,5
тяжелом, весьма тяжелом и весьма тяжелом непрерывного действия	6,0
Стреловые, являющиеся растяжками	3,5

Оттяжки мачт и опор кранов:
постоянно действующих 3,5
временно действующих (со сроком работы до одного года) . . . 3,0
Канаты полиспастов для заякоривания несущих канатов кабельных кранов 6,0
Тяговые канаты кабельных кранов 4,0
чалочные для грузов массой, т:
до 5 8,0
50 и более 6,0
чалочные канаты, имеющие на концах крюки, кольца или серьги 6,0

Наименьший допустимый диаметр барабана или блока, огибаемого стальным канатом,

$$D \geqslant (e-1)d,$$

где D – диаметр барабана или блока, измеряемый по дну канавки, мм; d – диаметр каната, мм; e – коэффициент, зависящий от типа грузоподъемной машины и режима ее работы.

Коэффициент e имеет следующие значения:

Грузоподъемные машины всех типов (за исключением стреловых кранов, электроталей и лебедок) с приводом:
ручным 18
машинным при режиме работы:
легком 20
среднем 25
тяжелом, весьма тяжелом и весьма тяжелом непрерывного действия 30
Краны стреловые с приводом:
ручным 16
машинным при режиме работы:
легком 16
среднем 18
тяжелом, весьма тяжелом и весьма тяжелом непрерывного действия 20
Электрические тали 20
Лебедки с ручным приводом 16

Значения разрывных усилий стальных канатов в зависимости от расчетного временного сопротивления разрыву проволок приведены в табл. 3. Временное сопротивление разрыву проволок указывается в сертификате на канат.

Изношенные стальные канаты выбраковывают по условному числу обрывов проволок (табл. 4) на длине одного шага свивки каната, принятому за норму выбраковки. При подсчете условного числа обрывов обрыв тонкой проволоки принимают за 1, а толстой за 1,7. В случае поверхностного износа каната или коррозии проволок условное число

3. Основные параметры и величины разрывных усилий стальных канатов различных типов и конструкций

Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения всех проволок, мм²	Масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм²)			
			1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)	1960 (200)
			Разрывное усилие каната в целом, Н, не менее			
Тип ЛК-Р, конструкция 6×19 (1+6+6/6)+1 о. с. (ГОСТ 2688–80)						
5,6	11,90	116,5	15 800	16 800	17 800	19 350
6,9	18,05	176,6	24 000	25 500	26 300	28 700
9,1	31,18	305,0	41 550	44 100	45 450	49 600
9,9	36,66	358,6	48 850	51 850	53 450	58 350
11,0	47,19	461,6	62 850	66 750	68 800	75 150
13,0	61,00	596,6	81 250	86 300	89 000	97 000
14,0	74,40	728,0	98 950	105 000	108 000	118 000
15,0	86,28	844,0	114 500	122 000	125 500	137 000
18,0	124,73	1220,0	166 000	176 000	181 500	198 000
19,5	143,61	1405,0	191 000	203 000	209 000	228 000
22,5	188,78	1850,0	251 000	267 000	275 000	303 500
24,0	215,49	2110,0	287 000	304 500	314 000	343 000
28,0	297,63	2910,0	396 000	421 000	434 000	473 500
30,5	356,72	3490,0	475 000	504 500	520 000	567 500
33,5	431,18	4220,0	574 000	610 500	648 000	686 000
Тип ЛК-О, конструкция 6 × 19 (1 + 9 + 9) + 1 о.с. (ГОСТ 3077–80)						
7,8	22,47	220,5	29 900	31 300	32 750	35 750
8,8	29,92	293,6	39 800	42 350	43 650	47 600
11,5	49,67	487,0	66 150	70 300	72 450	79 050
13,0	60,94	597,3	81 100	86 150	88 700	96 800
15,0	86,95	852,5	115 500	122 500	126 500	138 000
17,5	117,58	1155,0	156 000	166 000	171 500	187 000
22,0	177,85	1745,0	236 500	251 000	259 000	283 000
25,5	243,76	2390,0	324 500	344 500	355 500	388 000
30,5	347,82	3410,0	463 500	492 000	507 500	553 500
32,5	406,76	3990,0	541 500	575 500	593 000	647 000
35,0	470,34	4610,0	626 500	665 500	686 000	748 500
37,0	513,49	5035,0	684 000	726 500	749 000	815 000
40,0	595,18	5830,0	792 500	841 000	863 000	–
Тип ТЛК-О, конструкция 6 × 37 (1 + 6 + 15 + 15) + 1 о.с. (ГОСТ 3079–80)						
8,5	27,02	269,0	35 950	38 200	39 450	42 800
11,5	47,01	468,0	62 600	66 500	68 750	74 550

Продолжение табл.3.

Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения всех проволок, мм²	Масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, МПа (кгс/мм²)			
			1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)	1960 (200)
			Разрывное усилие каната в целом, Н, не менее			
15,5	84,54	851,5	113 500	121 000	124 000	136 000
17,0	106,94	1065,0	142 000	151 000	155 500	170 000
19,5	135,54	1350,0	180 000	191 500	197 000	215 500
21,5	167,64	1670,0	222 500	237 000	244 500	266 500
25,0	225,39	2245,0	300 000	318 500	328 500	358 500
30,5	342,16	3405,0	455 500	484 000	499 000	544 500
33,0	392,07	3905,0	522 000	555 000	571 500	624 000
35,0	445,46	4435,0	590 000	630 500	650 000	709 000
39,0	542,20	5395,0	722 000	767 000	791 000	863 000
43,0	670,56	6675,0	893 000	949 000	980 000	1 065 000
Тип ЛК-РО, конструкция 6×36 (1+7+7/7+14)+1 о. с. (ГОСТ 7668–80)						
9,7	38,82	383,5	49 850	53 000	561 000	60 300
11,5	51,96	513,0	66 750	70 950	75 100	80 700
13,5	70,55	696,5	90 650	96 300	101 500	109 000
15,0	82,16	812,0	104 500	111 500	116 500	128 000
18,0	125,78	1245,0	161 500	171 500	175 000	190 500
22,0	185,10	1830,0	237 500	252 500	258 500	280 500
25,5	252,46	2495,0	324 000	344 000	352 500	383 000
29,0	325,42	3215,0	417 500	444 000	454 500	493 500
33,0	420,96	4155,0	540 500	574 500	588 000	638 500
36,5	503,09	4965,0	646 000	686 500	703 500	764 000
42,0	683,68	6750,0	878 500	933 500	955 500	1 030 000
44,5	787,38	7770,0	1 005 000	1 065 000	1 095 000	1 185 000
50,5	1006,85	9940,0	1 290 000	1 370 000	1 400 000	1 510 000

Примечания: 1. Сортамент канатов дается в сокращенном виде.

2. Канаты, разрушающая нагрузка которых указана справа от жирной линии, изготовляют из светлой проволоки.

обрывов проволок на шаге свивки должно быть уменьшено в соответствии со следующими данными:

Поверхностный износ или коррозия проволоки по диаметру, %	10	15	20	25	30 и более
Число обрывов проволок на шаге свивки, % от нормы, указанной в табл. 4	85	75	70	60	50

4. Число обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, при котором канат должен быть выбракован

Первоначальный коэффициент запаса прочности (при установленном правилами соотношении диаметра барабана и диаметра каната)	Конструкция каната			
	6 × 19(1 + 6 + 6/6) + 1 о. с.		6 × 37(1 + 6 + 15 + 15) + 1 о. с.	
	Свивка			
	крестовая	одностороняя	крестовая	одностороняя
До 6	12	6	22	11
Св. 6 до 7	14	7	26	13
Св. 7	16	8	30	15

5. Цепи круглозвенные сварные общего назначения (ГОСТ 7070 – 75)

Тип	Наименование	Калибр d, мм	Напряжение при разрыве, МПа, не менее
1	Цепи нормальной прочности короткозвенные	11 – 37	240
2	Цепи нормальной прочности длиннозвенные	5 – 7	150
		8 – 22	240
3	Цепи нормальной прочности с распорками	15 – 57	250
4	Цепи нормальной прочности с буртиком	4 – 9	–
5	Цепи повышенной прочности:		
	класса 70	14 – 32	700
	класса 80	14 – 32	800

При износе или коррозии, достигающих 40% первоначального диаметра проволок и более, канат должен быть выбракован.

Цепи круглозвенные сварные общего назначения (табл. 5), применяемые для различных целей, кроме использования их на звездочках, изготовляют пяти типов.

В табл. 6 приведены основные параметры и размеры цепей короткозвенных, длиннозвенных и повышенной прочности, а на рис. 1 показана конструкция цепи сварной.

Параметры и размеры калиброванных и некалиброванных круглозвенных грузовых и тяговых цепей (ГОСТ 2319–81) приведены в табл. 7 (см. рис. 1).

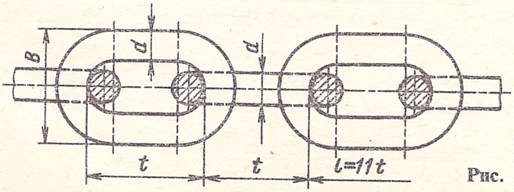


Рис. 1. Цепь сварная

6. Цепи круглозвенные сварные общего назначения короткозвенные, длиннозвенные и повышенной прочности (ГОСТ 7070–75)

Калибр d	Шаг t	Длина l	Ширина B	Нагрузка, кН		Масса 1 м цепи, кг (пред. откл. ±5%)
мм				пробная	разрушающая, не менее	
Короткозвенные нормальной прочности						
17	44	78	60	55	109	6,6
19	50	88	67	68	136	8,2
22	57	101	77	92	183	11,1
25	65	115	88	118	236	14,3
28	73	129	98	148	296	17,8
31	81	143	109	182	363	22,4
34	89	157	119	219	437	26,2
37	97	171	130	259	518	32,0
Длиннозвенные нормальной прочности						
5	19	29	19	3	6	0,5
6	27	39	22	5	10	0,7
7	30	44	26	8	16	1,0
8	34	50	30	12	24	1,3
9	38	56	32	15	31	1,6
11	42	64	42	23	46	2,5
14	77	105	48	35	70	3,3
16	88	120	54	50	100	4,6
19	102	140	64	68	136	6,4
22	116	160	77	92	183	8,6
Повышенной прочности классов 70 и 80						
14	50	78	48	$\frac{170}{200}$	$\frac{210}{250}$	4,1
18	64	100	60	$\frac{280}{330}$	$\frac{350}{410}$	6,9
23	86	132	77	$\frac{-}{530}$	$\frac{-}{660}$	11,1
26	92	144	87	$\frac{590}{680}$	$\frac{740}{850}$	15,5
28	100	156	93	$\frac{680}{790}$	$\frac{860}{980}$	18,5
32	120	184	103	$\frac{900}{1020}$	$\frac{1120}{1280}$	23,2

Примечание. В знаменателе даны значения пробной и разрушающей нагрузок для цепи повышенной прочности класса 80.

7. Параметры и размеры (мм) калиброванных и некалиброванных грузовых и тяговых цепей (ГОСТ 2319–81)

Калибр цепи d	Шаг t			Ширина B		Предельные отклонения калиброванной цепи по длине отрезка $l = 11t$	Нагрузка, кН, не менее		Масса 1 м цепи, кг
	номинальный	Предельные отклонения		номинальная	предельные отклонения		пробная	разрушающая	
		калиброванной цепи	некалиброванной цепи						
6	18,5 (19)	±0,5		20 (21)	±0,6		7	14	0,75
7	22			23	±0,7	+1,5 −0,5	9	18	1,0
8	24		±0,8	26 (27)	±0,8		13	26	1,35
9	27	±0,6		32	±0,9		16	32	1,8
10	28			34	±1,0	+2,5 −0,8	20	40	2,25
11	31		±1,1	36	±1,1		23	46	2,7
13	36	±1,0	±1,3	44 (43)	±1,3		33	66	3,8
16	45 (44)		±1,6	53 (54)	±1,6	+3,8 −1,3	51	102	5,8

Примечания. 1. Размеры, приведенные в скобках, непредпочтительные. 2. Для изготовления цепей должны применяться стали марки Ст2 или ВМСт3сп.

Цепи грузовые пластинчатые (ГОСТ 191–75) должны изготовляться типов: 1 – с расклепкой валиков; 2 – с расклепкой валиков и с шайбами; 3 – со шплинтами; 4 – со шплинтами и гладкими валиками. Цепи всех типов должны изготовляться двух исполнений: без концевых пластин и с концевыми пластинами.

Типы, основные параметры и размеры грузовых пластинчатых цепей приведены в табл. 8 и на рис. 2.

Диаметр барабанов (блоков), огибаемых как калиброванными, так и некалиброванными цепями, в подъемных механизмах с ручным приводом должен быть равен не менее чем $20d$, где d – диаметр калибра цепи; в кранах и подъемных механизмах с машинным приводом – не менее $30d$.

Наибольшее натяжение цепи определяется по формуле

$$S = P/K,$$

где S – наибольшая допустимая нагрузка цепи, кН; P – разрушающая нагрузка цепи, кН; K – коэффициент запаса прочности.

При расчетах принимают следующие значения K (не менее):

Для талей, кранов и подъемных механизмов с ручным приводом 3

Для кранов и подъемных механизмов с машинным приводом 6
Для талей, ручных кранов и ручных стационарных подъемных механизмов, у которых цепь работает на звездочке 4,5
Для кранов и подъемных механизмов с машинным приводом, у которых цепь работает на звездочке 8

Для чалочных цепей принимают следующие значения K при подвешивании груза к крюку: с обхватом груза – 6, без обхвата груза, т. е. при наличии на концах цепей крюков или петель, – 5. На поверхности деталей цепей заусенцы, забоины, плены и другие дефекты не допускаются. Заделка или заварка трещин запрещается.

8. Типы, основные параметры и размеры грузовых пластинчатых цепей, мм

Тип цепи	Разрушающая нагрузка, кН, не менее	Шаг цепи, номин.	$B_{вн}$, не менее	$d_{1\,номин}$	d	l, не менее	S	B, не менее	t_1	d_2	B_1, не менее	Число пластин в одном звене, не более	Масса 1 м цепи, кг, не более
	1,25	6	4	3,0	2,3	11	1,0	5	–	–	–		0,13
	1,60	8	6	3,5	2,5	13		7	15	6	16		0,20
	2,50	10	8	4,0	3,0	18	1,5	8				2	0,32
	5,00	15	12	5,0	4,0	25	2,0	12	20	9	18		0,56
1	12,50	20	15	8,0	6,0	28		15	25	10	20		0,80
	25,00	25	18	10,0	8,0	36	2,5	18	30	12	25		1,40
	40,00	30	20	11,0	9,0	51		20	40	14	30		2,30
	63,00	35	22	12,0	9,0	53	3,0	26	45	16	35		3,00
	80,00	40	25	14,00	11,0	59		30	50	18	40		3,40
	100,00	45	30	17,00	14,0	63		35	55	22	45	4	5,30
	160,00	50	35	22,0	18,0	90	4,0	38	60	26	50		8,40
2	200,0	55	40	24,0	21,0	108	4,5	40	65	32	55		11,0
	250,00	60	45	26,0	22,0	114		45	70	36	60		14,0
	400,00	70	50	32,0	26,0	148	5,0	55	85	40	70		20,00
	500,00	80	60	36,0	28,0	159		60	100	50	85		23,00
	800,00	90	70	40,0	30,0	184	7,0	70	120	60	100	6	39,00
3	1000,00	100	80	45,0	35,0	224		80	140	70	120		53,00
	1250,00	110	90	50,0	40,0	236		90	160	80	140		70,00
	1600,00	120	100	55,0	45,0	262	8,0	100	180	90	160	8	90,00
	2000,00	140	120	60,0	–	342		120	200	100	180		150,00
	2500,00	170	145	70,0	–	405		130	250	120	240	10	210,00
4	3200,00	200	170	85,0	–	450	10,0	160	250	130	280		305,00

Примечания: 1. Допускается изготовление цепей типа 4 с шагом 90, 100, 110 и 120 мм.

2. Цепи с шагом 6 мм должны изготовляться без концевых пластин.

3. Шероховатость поверхности средней части валика должна быть $Rz \leqslant 40$ мкм по ГОСТ 2789 – 73.

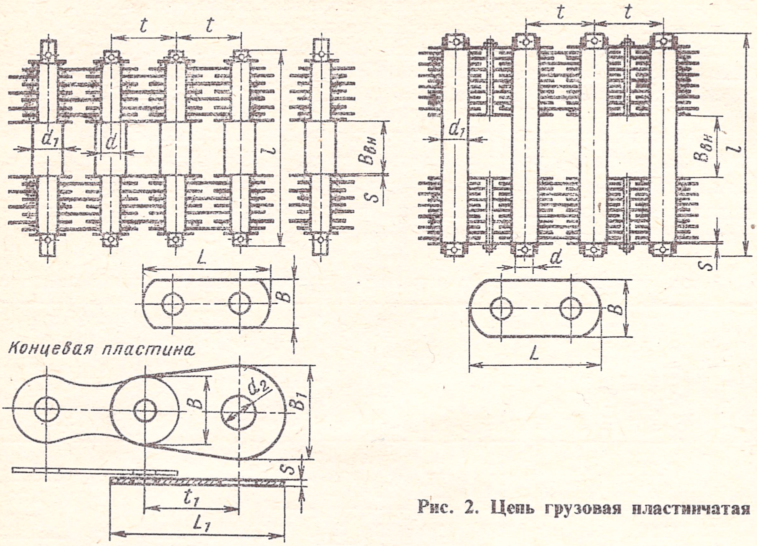


Рис. 2. Цепь грузовая пластинчатая

9. Параметры и размеры стропов УСК1-0,32

Обозначение	Грузоподъемность, т	Расчетное разрывное усилие ветви, кН, не менее	L	l	l_1	Диаметр каната (ГОСТ 7668–80)
			мм			
УСК-0,32-1	0,32	19,20		200	170	6,3
УСК-0,4-1	0,4	24,00	1000–15 000			6,7
УСК-0,5-1	0,5	30,00				8,1
УСК-0,63-1	0,63	37,80		240		9,6
УСК-0,8-1	0,8	48,00				11,5
УСК-1,0-1	1,0	60,00			250	11,5
УСК-1,25-1	1,25	75,00	2000–20 000	280		13,5
УСК-1,6-1	1,6	96,00				15,0
УСК-2,0-1	2,0	120,00			300	16,5
УСК-2,5-1	2,5	150,00		320	420	18,00
УСК-3,2-1	3,2	192,00				20,00
УСК-4,0-1	4,0	240,00	3000–25 000		500	22,0
УСК-5,0-1	5,0	300,00		400		25,0
УСК-6,3-1	6,3	378,00				29,0
УСК-8,0-1	8,0	480,00			700	31,0
УСК-10-1	10,0	600,00		500	850	36,5
УСК-12,5-1	12,5	750,00	4000–30 000			39,5
УСК-16,0-1	16,0	960,00				46,5
УСК-20,0-1	20,0	1200,00				50,5
УСК-25,0-1	25,0	1500,00		600	1000	58,5
УСК-32,0-1	32,0	1920,00				63,0

10. Параметры и размеры стропов УСК2-0,32

Обозначение	Грузоподъемность, т	Расчетное разрывное усилие, кН, не менее	Диаметр каната (ГОСТ 7668–80)	*B*	*L*	*l*
				мм		
УСК-0,32-2	0,32	9,60	6			
УСК-0,4-2	0,4	12,00	6			200
УСК-0,5-2	0,5	15,00	6			
УСК-0,63-2	0,63	18,90	6,3	50	800 –	250
УСК-0,8-2	0,8	24,00	6,7		30 000	–
УСК-1,25-2	1,25	37,50	9,7			300
УСК-1,6-2	1,6	48,00	11,5			320
УСК-2,0-2	2,0	60,00	11,5			400
УСК-2,5-2	2,5	75,00	13,5			–
УСК-3,2-2	3,2	96,00	15,0	150	1500 –	500
УСК-4,0-2	4,0	120,00	16,5		30 000	600
УСК-5,0-2	5,0	150,00	18,0			–
УСК-6,3-2	6,3	189,00	20,0			700
УСК-8,0-2	8,0	240,00	22,0			800
УСК-10,0-2	10,0	300,00	25,0	200		900
УСК-12,0-2	12,0	375,00	29,0		2000 –	1000
УСК-16,0-2	16,0	480,00	31,0		30 000	1100
УСК-20,0-2	20,0	600,00	36,5			–
УСК-25,0-2	25,0	750,00	39,5	250		1200
УСК-32,0-2	32,0	960,00	46,5			1250

Стропы. Для подъема и подвески грузов применяют стропы, изготовленные из отрезков пеньковых и стальных канатов (рис. 3, *а*, *б*, *в*, *г*) или некалиброванных, более дешевых цепей (рис. 3, *д*). Стропы должны легко надеваться на крюк, сниматься с него и свободно освобождаться от груза. Стропы из цепей изнашиваются значительно быстрее, чем стропы из стальных канатов, к тому же они тяжелее и дороже последних.

Универсальные стропы типа УСК находят наибольшее применение. Параметры и размеры стропов приведены в табл. 9 и 10 (см. также рис. 3). Универсальные стропы изготовляют с коушами и без коушей, а также с крюками или другими деталями крепления к поднимаемому грузу. Они имеют форму замкнутого кольца (различной длины), изготовленного посредством сплетения каната. В паспорте на каждый строп указывают характеристику каната согласно данным завода, а также данные об испытании и освидетельствовании стропа. Кроме паспорта на каждый строп должен иметься жетон с указанием марки стропа, грузоподъемности и даты его испытания.

При изготовлении стропов используют, как правило, канаты с временным сопротивлением разрыву 1764 МПа. В случае замены каната другим с меньшим значением маркировочной группы проводят пересчет диаметра стропа. При изготовлении стропов допускается замена заплетки сжимами.

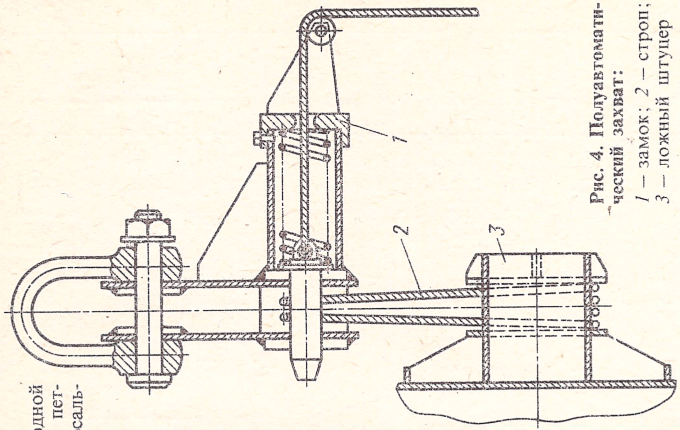


Рис. 4. Полуавтоматический захват:

1 — замок; *2* — строп; *3* — ложный штуцер

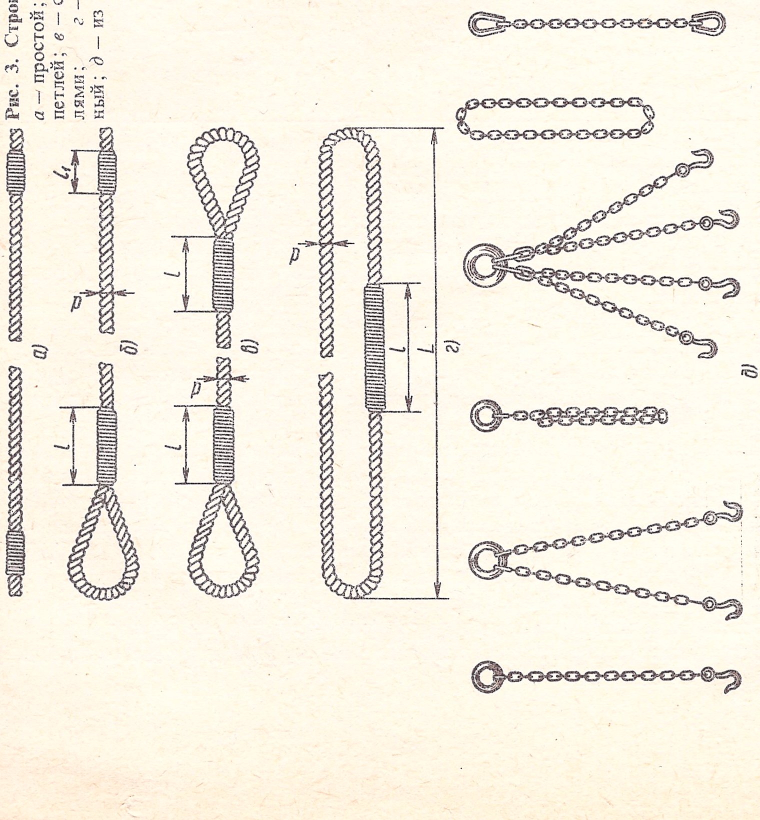
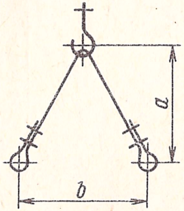
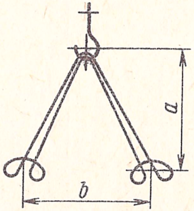
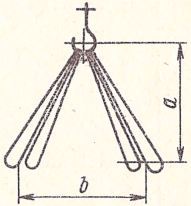


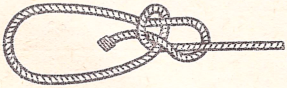
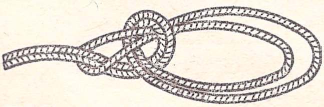
Рис. 3. Стропы:

а — простой; *б* — с одной петлей; *в* — с двумя петлями; *г* — универсальный; *д* — из цепи

11. Диаметр каната, мм, для стропов в зависимости от массы груза и типа стропов

Масса поднимаемого груза, т	Строп										
	из одной ветви	из двух ветвей	из четырех ветвей	из двух ветвей		из четырех ветвей			из восьми ветвей		
											
				Заложение $a:b$							
				1 : 1	1 : 1,5	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2	1 : 1	1 : 1,5	1 : 1,2
1	15,5	11,5	11,5	11,5	13,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
2	22,5	15,5	11,5	13,5	17,5	11,5	15,5	15,5	11,5	11,5	11,5
3	27	19,5	13,5	19,5	19,5	15,5	17,5	17,5	11,5	13,5	13,5
5	33,5	24,5	19,5	24,5	27	19,5	22,5	22,5	15,5	15,5	17,5
8	—	29,0	24,5	30,5	33,5	27	27	29,0	17,5	19,5	22,5
10	—	33,5	27	—	—	29,0	30,5	33,5	19,5	22,5	22,5
12	—	—	29,0	—	—	33,5	33,5	36,5	22,5	24,5	27
15	—	—	33,5	—	—	35	—	—	24,5	27	27
20	—	—	—	—	—	—	—	—	29,0	30,5	29,0
25	—	—	—	—	—	—	—	—	33,5	33,5	33,5

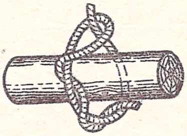
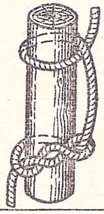
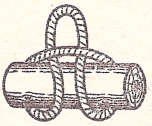
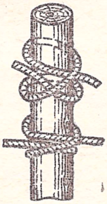
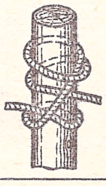
12. Типы узлов для чалочных канатов

Эскиз	Наименование узла	Назначение
	Прямой	Вязка наглухо концов пенькового каната
	Рифовый	Для тех же целей, что и прямой, когда необходимо быстро развязать узел
	Штыковый	Вязка концов толстых пеньковых канатов
	Вязка в коуш или петлю	Вязка при застроповке грузов пеньковыми или стальными канатами
	Брамшкотовый	Вязка конца пенькового или стального каната
	Беседочный (морская петля)	Образование петли на конце пенькового или стального каната
	Двойной беседочный	Для тех же целей, что и беседочный

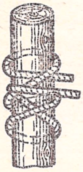
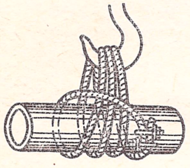
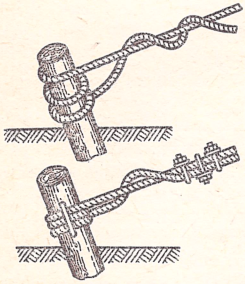
После изготовления стропа проводят его испытание под нагрузкой, превышающей рабочую в 1,25 раза. Последующие испытания стропа проводят не реже одного раза в шесть месяцев.

Величины диаметров канатов для стропов в зависимости от массы груза и типа стропов приведены в табл. 11. Стропы регулярно осматривают с целью определения их пригодности к работе и выбраковы-

13. Зачаливание канатов к грузам и мачтам

Эскиз	Наименование узла	Назначение
	Удавка (плотничий узел)	Вязка концов пеньковых стропов при подъеме грузов (бревен, балок и т. п.)
	Удавка с нахлесткой	Вязка концов пеньковых стропов при подъеме грузов большой длины в вертикальном положении
	Мертвая петля	Вязка концов пеньковых или стальных стропов при зачаливании их на одном или двух концах. При зачалке на одном конце каната следует укладывать вплотную, оставляя свободный конец каната длиной, равной не менее 20 диаметрам каната
	Выбленочный	Крепление оттяжек к мачтам
	Двойной выбленочный	

Продолжение табл. 13

Эскиз	Наименование узла	Назначение
	Задвижной шток	Крепление оттяжек к мачтам
	Узел по способу Голана	Вязка стальных канатов при подъеме громоздких и тяжелых грузов
	Крепление к анкерам	Крепление стальных оттяжек

вают по количеству оборванных проволок на одном шаге свивки каната (см. табл. 4).

Полуавтоматические стропы (рис. 4), оборудованные специальными замками для расстроповки с рабочего места монтажника или с земли, применяют для подъема стальных и железобетонных конструкций, а также при монтаже технологического оборудования.

Вязка узлов стальных и пеньковых чалочных канатов (табл. 12 и 13). Во избежание развязывания узла под действием массы поднимаемого груза при его затяжке оставляют свободный конец каната длиной, равной не менее 20 диаметрам каната.

Способы зачаливания пеньковых и стальных одинарных стропов за крюк при подвешивании груза на одном конце каната показаны на рис. 5, *а* и *б*, а способы подвешивания груза без петель на двух или четырех концах (ветвях) – на рис. 5, *в* и *г*.

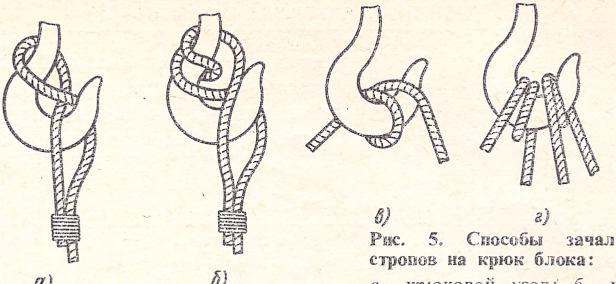


Рис. 5. Способы зачаливания стропов на крюк блока:

а – крюковой узел; *б* – крюковой узел с нахлесткой; *в* – подвеска на двух концах; *г* – подвеска на четырех концах

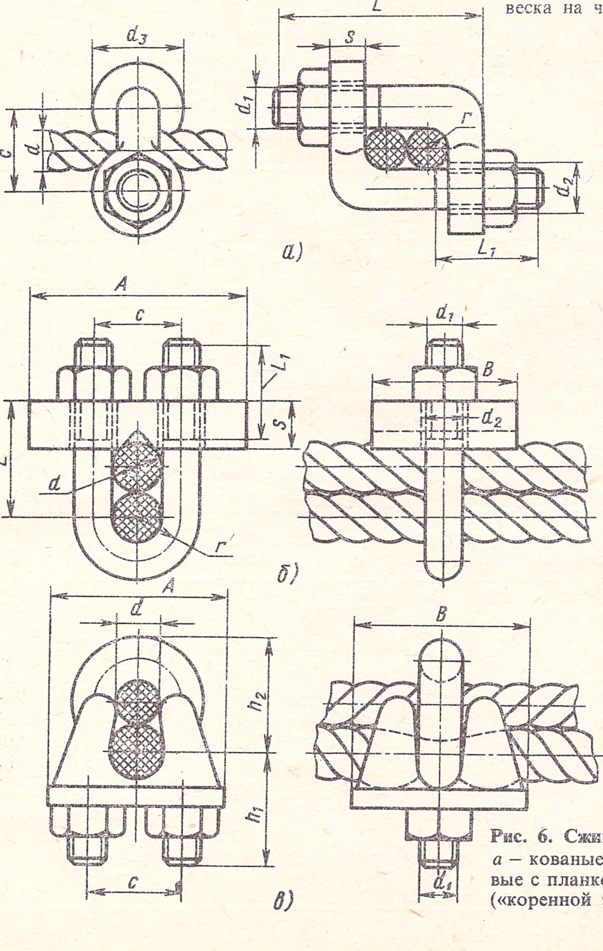


Рис. 6. Сжимы:

а – кованые; *б* – дуговые с планкой; *в* – литые («коренной зуб»)

Сжимы (рис. 6, табл. 14–16) изготовляют из стали марки Ст3 или 25. Гайки следует затягивать равномерно, не допуская перекосов.

Коуши (рис. 7, табл. 17) устанавливают в петлю стропов для предохранения канатов от крутых перегибов и увеличения срока службы стропов.

14. Размеры сжимов (см. рис. 6, *а*), мм

Диаметр каната d, мм	d_1	d_2	d_3	c	L	L_1	S	r_1	Масса, кг
8,7	12	14	26	23	65	35	12	5	0,3
11	12	14	26	27	75	35	12	6,5	0,3
13	14	16	32	32	80	40	14	8	0,5
17,5	20	22	45	42	110	55	20	10	1,2
19,5	20	22	45	45	110	55	20	12	1,2
24	22	24	50	51	130	55	22	14	1,6
28	24	26	55	58	150	65	24	16	2
32,5	28	30	70	65	170	80	28	18	3,5

15. Размеры сжимов (см. рис. 6, *б*), мм

Диаметр каната d, мм	A	B	c	s	d_1	d_2	L	L_1	r	Масса, кг
8,7	45	30	21	12	10	14	45	25	10,5	0,3
11	55	30	26	12	12	14	45	28	13	0,3
13	70	40	33	14	16	18	55	32	16,5	0,6
17,5	90	50	40	16	20	22	75	40	20	1,1
19,5	95	50	44	16	20	22	75	40	22	1,1
24	110	60	50	18	22	24	90	45	25	1,7
28	120	60	58	18	24	26	90	45	29	2
32,5	135	80	65	20	28	30	110	55	32,5	3,5

16. Размеры сжимов конструкции «коренной зуб» (см. рис. 6, *в*), мм

Диаметр каната $d_к$, мм	A	B	c	h_1	h_2	d	Масса, кг
17,5	54	54	30	25	38	М12	0,6
19,5	62	62	34	25	44	М14	0,9
22	70	70	39	38	50	М16	1,4
24	85	85	45	40	56	М20	2
26	87	87	47	40	59	М20	2,05
28,5	94	94	51	45	64	М22	2,4
30,5	97	97	53	46	67	М22	2,6
32,5	105	105	57	50	73	М24	2,9
35	108	108	60	50	76	М24	3,2
37	110	110	62	50	80	М24	3,5

17. Размеры стальных коушей, мм

Диаметр каната, мм	D	L	R	B, не более	L_1	r	s, не менее	s_1	Масса, кг
5,5 – 6,5	22	30	24	10	45	4	4	4	0,033
6,6 – 7,8	26	35	26	12	55	5	4	5	0,044
7,8 – 9,5	30	45	38	14	65	6	4	6	0,067
9,5 – 11	35	50	38	16	73	6	5	6	0,118
11 – 13	40	55	40	20	82	7	6	7	0,214
13 – 15	45	65	52	23	98	8	7	8	0,314
15 – 17	50	70	54	25	106	9	8	9	0,424
17 – 18,5	53	80	65	27	122	10	9	10	0,582
18,5 – 20,5	60	90	76	29	137	11	10	12	0,895
20,5 – 22,5	65	100	87	32	156	12	10	13	1,00
22,5 – 24,5	70	110	99	34	166	13	11	14	1,35
24,5 – 26,5	80	120	102	36	177	14	11	15	1,50
26,5 – 28	90	130	103	40	190	15	12	16	2,04
28 – 30,5	95	140	115	42	205	16	12	18	2,48
30,5 – 32,5	100	150	127	46	220	18	13	19	3,18
32,5 – 34	105	155	127	48	230	18	14	20	3,70
34 – 36	110	160	129	52	235	19	14	21	4,14
36 – 39	115	170	140	54	250	21	15	22	4,85
41,5 – 45	125	190	151	62	296	24	24	26	9,60

Обычно стальной канат отибает коуши так, чтобы длина свободного конца каната была достаточной для установки необходимого числа сжимов. Материал коушей – сталь марки Ст3.

Винтовые стяжки. Для натяжения расчалок из стальных канатов применяют винтовые стяжки, или фаркопфы, сварной конструкции (рис. 8, табл. 18).

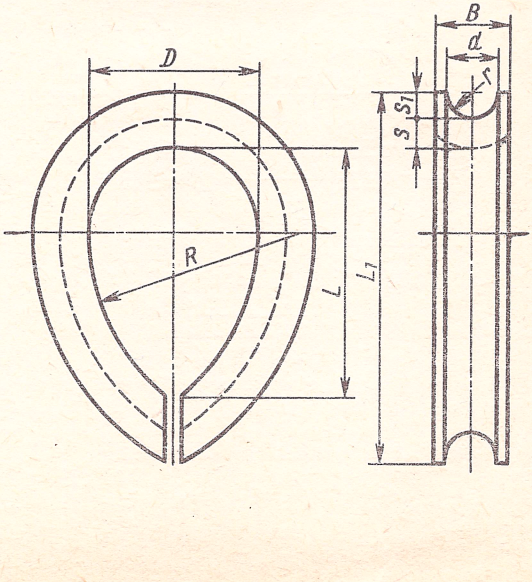


Рис. 7. Коуш

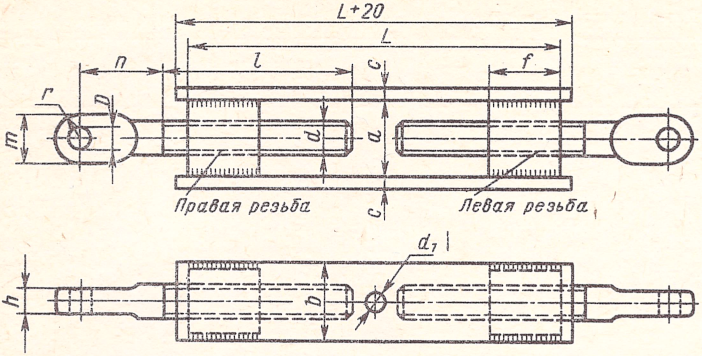


Рис. 8. Винтовая стяжка (фаркопф)

Винты грузовые (рым-болты) (рис. 9, табл. 19) изготовляют из стали марки 20 или 25 и после ковки или штамповки подвергают отжигу или нормализации.

Винты при испытаниях на прочность должны выдерживать нагрузку, превышающую номинальную на 100% (допуск ± 5%).

Восьмерки цельнокованые (рис. 10) являются простейшим грузозахватным устройством для подвешивания груза с помощью каната или

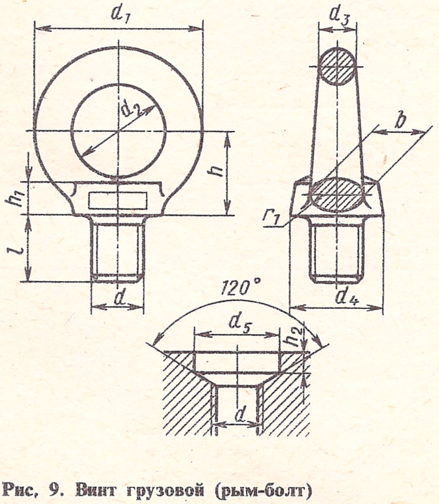
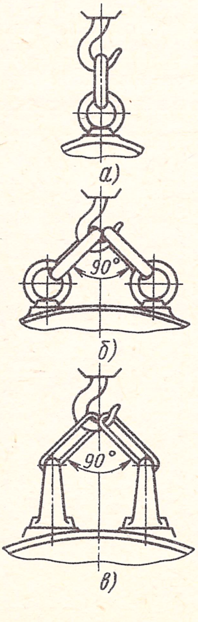


Рис. 9. Винт грузовой (рым-болт)



18. Размеры винтовых стяжек для вант в зависимости от их натяжения, мм

Предварительное натяжение, Н	a	b	c	d, дюймы	d_1	f	S	D	r	h	m	n	l	L
30 000	50	70	10	1	—	50	50	28	60	18	90	100	325	620
50 000	65	90	12	$1^1/_4$	25	70	35	70	23	100	100	100	350	660
80 000	75	100	14	$1^1/_2$	30	80	75	40	75	28	110	150	425	800
100 000	90	110	16	$1^3/_4$	35	90	90	50	90	32	125	150	500	940
150 000	110	130	18	$2^1/_4$	35	100	110	60	110	40	145	150	540	1050
200 000	130	150	20	$2^1/_2$	40	120	130	70	120	45	160	200	690	1320

19. Параметры и размеры (мм) рым-болтов и гнезд под них

Резьба d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	b	h	h_1	h_2	l, не менее	Масса 1 шт., кг	Грузоподъемность, кг		
												на один рым-болт (рис. 9, *а*)	на два рым-болта (рис. 9, *б*)	на два рым-болта (рис. 9, *в*)
M8	36	20	8	20	13	10	18	6	5	18	0,05	120	160	80
M10	45	25	10	25	15	12	24	8	6	21	0,12	200	250	125
M12	54	30	12	30	17	14	28	10	7	25	0,19	300	350	175
M16	63	35	14	36	22	16	32	12	8	32	0,31	550	500	250
M20	72	40	16	40	28	19	38	14	9	38	0,50	850	650	300
M24	90	50	20	50	32	24	45	16	10	45	0,87	1 250	1 000	500
M30	108	60	24	65	40	28	55	18	11	55	1,58	2 000	1 400	700
M36	126	70	28	75	45	32	65	22	12	65	2,45	3 000	2 000	1000
M42	144	80	32	85	55	38	75	25	13	72	3,72	4 000	2 600	1300
M48	162	90	36	95	60	42	82	30	14	82	5,54	5 000	3 300	1600
M56	180	100	40	105	70	48	95	35	16	15	8,09	6 200	4 000	2000
M64	198	110	44	115	80	52	105	40	17	110	10,95	7 500	5 000	2500
M72 × 6	234	130	52	135	85	62	120	45	17	115	18,54	10 000	7 000	3500
M80 × 6	270	150	60	160	95	70	138	50	17	125	25,4	14 000	9 000	4500
M100× 6	324	180	72	190	115	85	165	60	17	150	43,82	20 000	13 000	6500

цепи. Основные размеры восьмерок в зависимости от нагрузки следующие:

Допустимая масса груза, кг	300	550	850	1200	1500
Основные размеры, мм:					
d	20	25	30	35	40
a	60	65	70	80	90

Захваты (табл. 20 и 21) применяют для подвешивания длинномерного груза и деталей сложной конфигурации. Более удобны и производи-

20. Назначение эксцентриковых, клиновых и клещевых захватов

Тип захвата	Назначение	Грузоподъемность, кг
Эксцентриковые (см. рис. 11)	Перемещение листового материала	(см. табл. 21)
Клиновые (см. рис. 12)	Перемещение листового материала в вертикальном положении	250
Клещевые (см. рис. 13)	Перемещение железнодорожных рельсов, двутавровых балок и т. п.	До 500
Клещевые (см. рис. 14)	Перемещение круглых стальных брусьев, роликовых конвейеров диаметром до 500 мм	До 400

21. Параметры и размеры эксцентриковых захватов

Тип захвата	Грузоподъемность, т	Размеры, мм					Масса, кг
		A	*B*	*C*	*D*	*E*	
Захваты эксцентриковые горизонтальные (см. рис. 11, *а*)	0,5	800	800	60	60	500	25
	1,0	1200	1200	90	100	800	60
	2,0	1700	1600	120	150	1000	130
Захваты эксцентриковые вертикальные (рис. 11, *б*)	0,25	300	200	120	25	—	20
	0,5	450	300	180	40	—	40
	1,0	600	400	240	60	—	80

22. Размеры (мм) проушин в зависимости от их грузоподъемности

Грузоподъемность, т	*b*	*h*	*l*	l_1	l_2	*L*	*n*	*c*	*R*	d_1	d_0	*d*
1	8	20	38	27	114	179	32	50	12	25	20	M20
3	20	45	68	52	210	330	70	70	25	50	45	M42
5	25	55	82	63	252	397	85	82	30	60	55	M48
10	30	70	120	85	335	540	110	115	40	80	70	M64
15	43	90	150	95	404	649	137	130	47	95	90	*Tr* 80×1
20	48	100	165	110	461	736	152	157	52	105	100	*Tr* 90×1

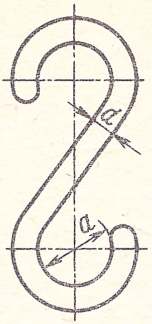


Рис. 10. Восьмерка для подъема груза

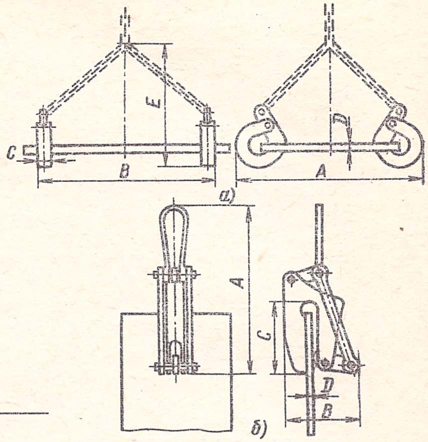


Рис. 11. Эксцентриковые захваты:
а – горизонтальные; *б* – вертикальные

тельны захваты, приводимые в действие силой тяжести подвешенного груза.

Различают эксцентриковые для листового материала (рис. 11), клиновые (рис. 12) и клещевые (рис. 13 и 14) захваты.

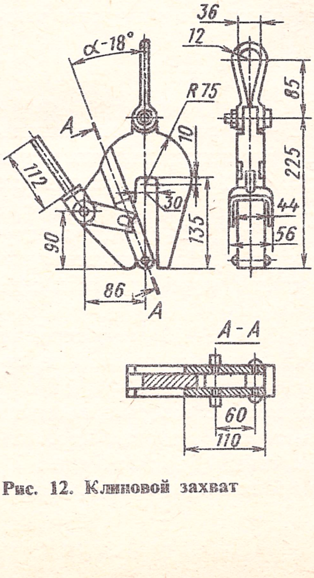


Рис. 12. Клиновой захват

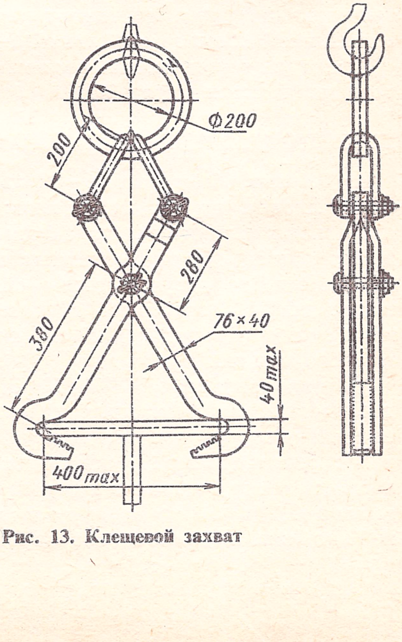


Рис. 13. Клещевой захват

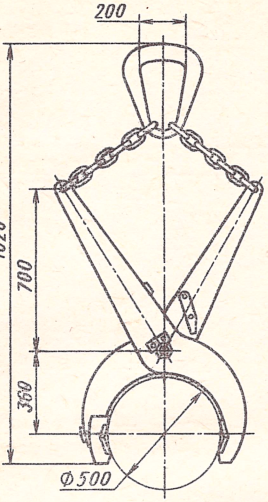


Рис. 14. Клещевой захват для круглых деталей

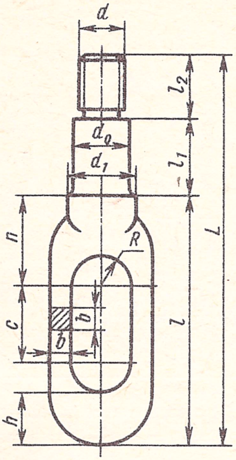


Рис. 15. Проушина

Проушины (рис. 15, табл. 22) изготовляют по нормали треста «Центроэнергомонтаж» и применяют для подвешивания на крюки подъемных механизмов грузов массой 1–20 т.

Крюки для грузоподъемных механизмов однорогие и двурогие изготовляют из стали марки 20.

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Из блочных обойм (рис. 16 – 19, табл. 23 – 26) составляют полиспасты кранов и других механизмов; их применяют для изменения направления тягового каната (неподвижные обоймы) или при подъеме и перемещении грузов (подвижные обоймы).

Однорольные и двухрольные обоймы (см. рис. 17) состоят из грузового крюка с траверсой, двух серег с предохранительными щеками, ролика (или роликов) с осью и проушины (коуша) для крепления тягового каната.

Блоки монтажные БМ-10, БМ-32, БМ-50, БМ-160 предназначены для составления монтажных полиспастов с целью подъема и перемещения грузов (см. рис. 18).

Полиспасты (табл. 27) служат для подъема или горизонтального перемещения грузов, масса которых превышает грузоподъемность тяговых лебедок. Полиспасты грузоподъемностью 0,5; 1; 2; 5 (рис. 20) и 10 т (рис. 21) состоят из двух однорольных или двухрольных

обойм с крюками, соединенных канатом, который последовательно огибает ролики обоих обойм и подводится к барабану тяговой лебедки.

Для подъема тяжелых строительных конструкций и оборудования применяют блочные обоймы БМ-30, БМ-50 и БМ-100 (рис. 22–24, табл. 28). Полиспаст состоит из подвесного блока с траверсой и монтажной скобой или крюком, неподвижного блока с траверсой и коушем и сжимов, в которых закреплен один конец каната. Канат последовательно огибает ролики обоих блоков, а тяговый конец его прикреплен к барабану тяговой лебедки.

Выбор полиспастов (рис. 25) для подъема заданного груза проводят по величине отношения массы груза Q к усилию S на тяговом конце каната с учетом коэффициента сопротивления k.

Усилие на тяговом конце каната определяют по формуле

$$S = Q/k.$$

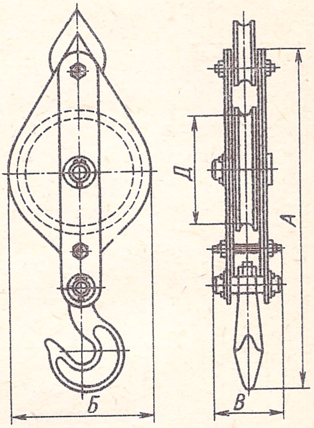
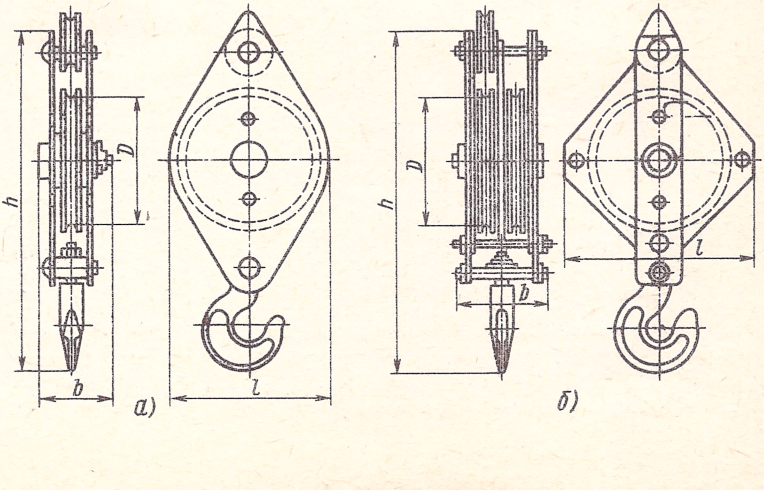


Рис. 16. Блочные обоймы для пенькового каната

Рис. 17. Блочные обоймы:
а – однорольный; *б* – двухрольный



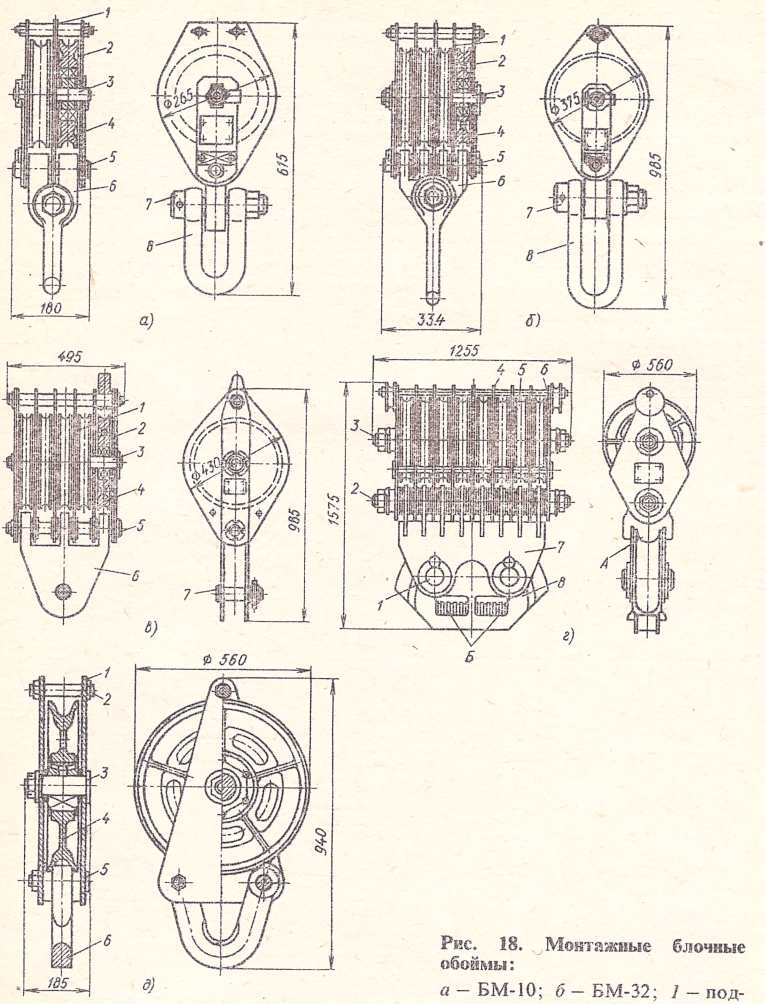


Рис. 18. Монтажные блочные обоймы:

а – БМ-10; *б* – БМ-32; *1* – поддерживающая щека; *2* – боковая щека; *3* и *5* – оси; *4* – ролик; *6* – гребенка; *7* – штырь; *8* – скоба; *в* – БМ-50; *1* – поддерживающая щека; *2* – боковая щека; *3* и *5* – оси; *4* – ролик; *6* – гребенка; *7* – палец; *г* – БМ-160; *1* – палец; *2*, *3* – оси; *4* – поддерживающая щека; *5* – ролик; *6* – боковая щека; *7* – серьга; *8* – вкладыш; *А* – рабочая поверхность для витого стропа; *Б* – то же, для невитого стропа, вместо вкладыша можно подвесить бестросовый захват или другой грузозахватный орган; *д* – БМ-25: *1* – боковая щека; *2* – шпилька; *3* – ось; *4* – ролик; *5* – палец; *6* – серьга

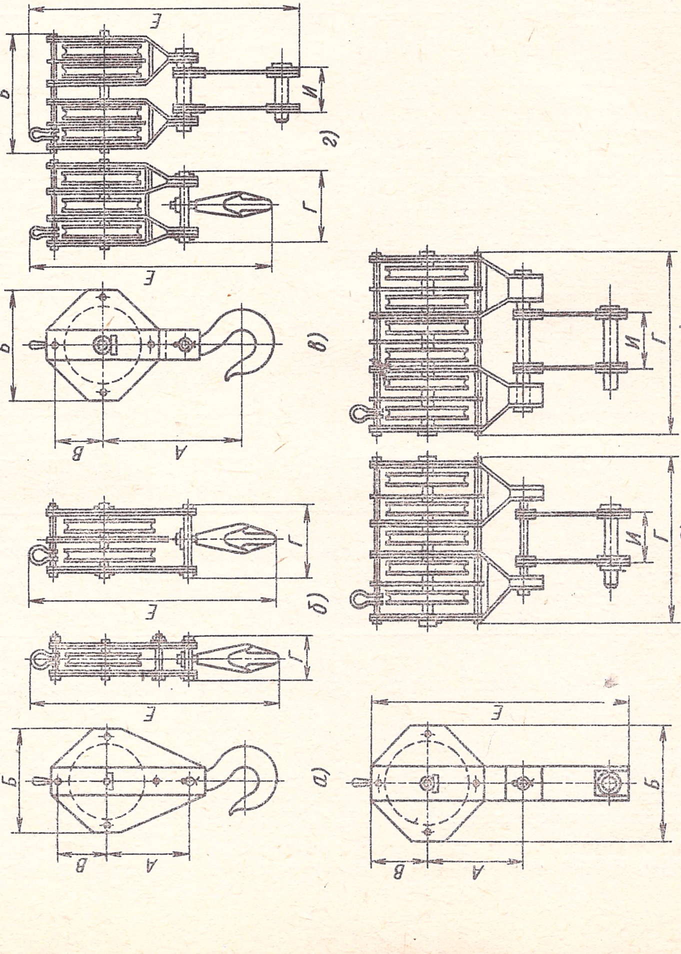


Рис. 19. Блочные обоймы треста «Стальконструкция»:

а — однорольные; *б* — двухрольные; *в* — трехрольные; *г* — четырехрольные; *д* — пятирольные; *е* — шестирольные

23. Параметры и размеры одно-, двух- и трехблочных обойм для пенькового каната

Диаметр каната, мм	Число блоков в обойме, шт.	Грузоподъемность, т		Размеры, мм (см. рис. 16)				Масса, кг
		обоймы	крюка	*А*	*Б*	*В*	*Д*	
	1	$\frac{0{,}1}{0{,}25}$	0,5	340		65		2,5
14,3	2	0,5	1,0	385	125	100	90	4,6
	3	0,75	1,0			135		5,8
	1	$\frac{0{,}25}{0{,}5}$	1,0	425		85		4,9
19,1	2	0,75	1,0		165	130	115	7,2
	3	1,5	2,0	465		180		11,5
	1	$\frac{0{,}5}{1{,}0}$	2,0	560		105		11
28,7	2	2,0	3,0	600	240	165	170	20
	3	3,0	5,0	670		225		33,2
	1	$\frac{1{,}0}{2{,}0}$	3,0	705		130		19
36,6	2	3,0	5,0	775	310	195	220	34
	3	5,0	7,5	820		270		54

Примечания: 1. Грузоподъемность одноблочных обойм, указанная в числителе, относится к случаю, когда канат только огибает блок.

2. Масса обойм указана без массы коушей.

Значения коэффициента k для одиночных роликов по группам цепей и канатов следующие:

Сварные цепи:

калиброванные . . . . 0,94 – 0,93

некалиброванные . . . . 0,97 – 0,95

Пластинчатые шарнирные цепи 0,95

Стальные канаты . . . . 0,97 – 0,95

Пеньковые канаты . . . . 0,93 – 0,85

24. Параметры и размеры блочных обойм грузоподъемностью 0,5 – 10 т

Параметр	Грузоподъемность блоков, т				
	0,5	1	2	5	10
Число канатных роликов	1	1	1	1	2
Диаметр ролика *D*, мм	88	148	170	225	300
Диаметр каната (наибольший), мм	6,2	8,7	11	15	17,5
Габаритные размеры, мм:					
длина *l*	130	200	225	300	450
ширина *b*	55	78	82	122	220
высота *h*	300	410	500	730	945
Масса, кг	3	8,6	13	35	91

25. Технические характеристики блочных обойм треста «Стальконструкция» (см. рис. 19)

Грузоподъемность, т	Число роликов	Диаметр ролика, мм	Диаметр каната, мм	Масса блока, мм	Размеры, мм					
					А	*Б*	*В*	*Г*	*Е*	*И*
1	1	150	8,7	10,5	165	240	132	80	505	–
5	1	300	19,5	46	290	420	245	130	890	–
10	1	400	24	93,5	380	560	320	165	1170	–
10	2	300	19,5	88	320	440	250	210	1040	–
15	2	400	24	175	415	560	310	235	1300	–
20	2	400	24	203	430	560	320	245	1380	–
20	3	400	24	200	530	560	320	330	1580	124
25	3	400	24	242	530	560	320	330	1550	–
30	4	400	24	335	580	560	320	440	1636	158
40	5	400	24	423	560	560	320	505	1625	192
50	6	400	24	539	545	560	320	585	1610	258

26. Технические характеристики монтажных блочных обойм

Параметр	БМ-10	БМ-32	БМ-50	БМ-160	БМ-25
Грузоподъемность, т	10	32	50	160	25
Число роликов	2	4	5	8	1
Максимальный диаметр каната, мм	17,5	24,0	25,0	32,5	32,5
Габаритные размеры, мм:					
длина	265	375	495	1225	560
ширина	170	334	430	560	185
высота	615	985	985	1575	940

27. Технические характеристики полиспастов грузоподъемностью 0,5 – 4,0 т

Параметр	Грузоподъемность, т				
	0,5	1	2	3	4
Диаметр каната, мм	6,5	9,5	11	15	17,5
Длина (с подтянутым крюком), мм:					
L	560	900	1050	1050	1810
L_1	500	850	950	1350	1710
Масса, кг	3	8,6	13	35	91
Грузоподъемность, т, при канате, закрепленном:					
на блоке (рис. 20, *а* и 21, *а*)	0,33	0,66	1,33	3,3	8
вне блока (рис. 20, *б* и 21, *б*)	0,5	1	2	5	10

Значения коэффициентов k для полиспастов с различным числом роликов при использовании стальных канатов даны в табл. 29.

Пример. Подобрать полиспаст для подъема груза $Q = 15$ т при двух отводных роликах к лебедке грузоподъемностью 5 т.

Определяем значение коэффициента k:

$$k = Q/S = 15 : 5 = 3.$$

Из таблицы по ближайшему значению $k = 3{,}33$ определяем число ниток полиспаста (равно 4). Этому числу ниток соответствует полиспаст с двумя верхними и двумя нижними роликами.

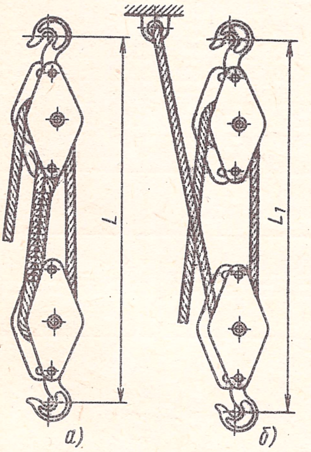


Рис. 20. Полиспасты грузоподъемностью 0,5; 1; 2 и 5 т:

а – канат, закрепленный на блоке; *б* – канат, закрепленный вне блока

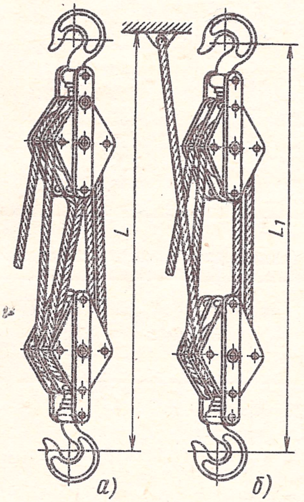


Рис. 21. Полиспасты грузоподъемностью 10 т:

а – канат, закрепленный на блоке; *б* – канат, закрепленный вне блока

28. Технические характеристики блочных обойм типа БМ

Параметр	БМ-30	БМ-50	БМ-100
Грузоподъемность, т	30	50	100
Число роликов в блоке	3	5	5
Число ветвей каната	6	10	10
Усилие на обегающей ветви каната (без учета потерь), кН	50	50	100
Диаметр каната, мм	240	240	285
Расстояние (наименьшее), мм	2700	2420	3200
Длина каната (при высоте подъема груза 28,5 м), м	200	285	288
Общая масса комплекта (без каната), т	0,94	1,52	3,51

Грузоподъемность полиспастов приведена в табл. 31.

Тали применяют для подъема грузов на небольшую высоту, обычно до 10 м. Простейшие тали называются кошками (табл. 30 и 32, рис. 26–28).

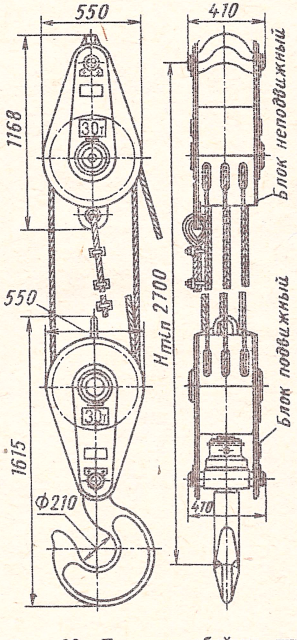


Рис. 22. Блочные обоймы типа БМ-30

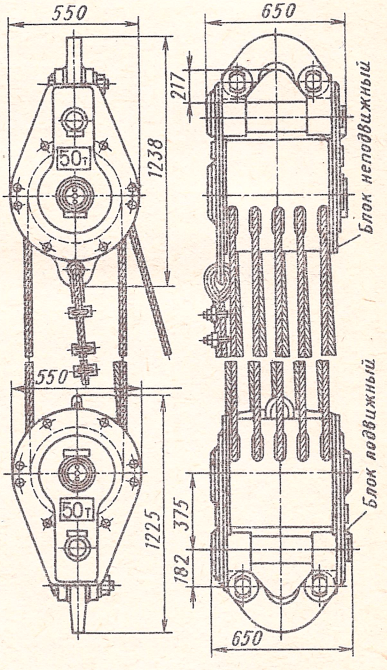


Рис. 23. Блочные обоймы типа БМ-50

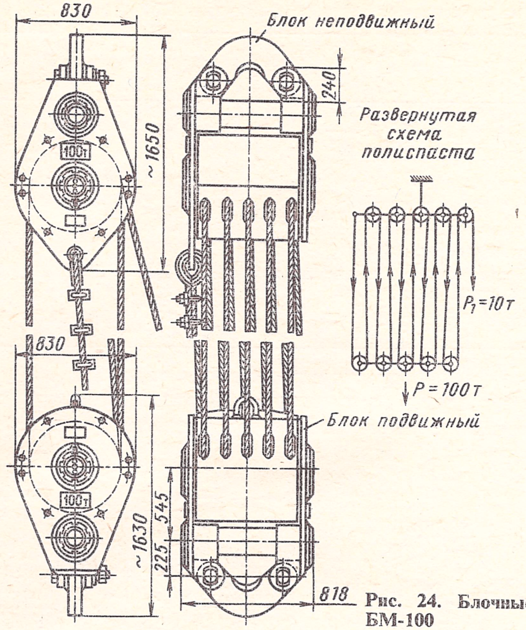


Рис. 24. Блочные обоймы типа БМ-100

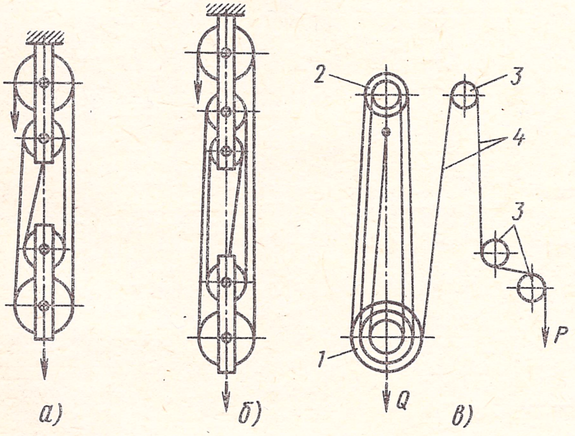


Рис. 25. Схемы полиспастов:

а — с четным числом ниток; *б* — с нечетным числом ниток; *в* — схема полиспаста: *1* — подвижный блок; *2* — неподвижный блок; *3* — отводные ролики; *4* — сбегающая нитка каната

29. Значение коэффициента k для полиспастов с различным числом роликов

Число ниток полиспаста	Число отводных роликов					Число ниток полиспаста	Число отводных роликов				
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4
1	0,96	0,92	0,88	0,85	0,82	6	5,21	5	4,8	4,61	4,43
2	1,88	1,88	1,73	1,66	1,6	7	5,96	5,72	5,49	5,27	5,06
3	2,76	2,65	2,55	2,44	2,35	8	6,69	6,42	6,17	5,92	5,68
4	3,62	3,47	3,33	3,2	3,07	9	7,38	7,09	6,8	6,63	6,38
5	4,44	4,26	4,09	3,92	3,77	10	8,04	7,72	7,41	7,42	6,83

Примечание. КПД одного ролика может быть принят 0,96 (при подшипниках скольжения) и 0,98 (при подшипниках качения).

По роду привода различают тали ручные (шестеренные и червячные) и механизированные (электротали, приводимые в действие от электродвигателя, и пневмотали, приводимые в действие сжатым воздухом). Все тали имеют тормоза, автоматически препятствующие спуску поднятого груза.

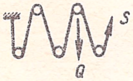
Кошка с ручным приводом Б-1 (см. рис. 26) без механизма передвижения предназначена для горизонтального перемещения груза массой до 1 т по подвесному однорельсовому пути (двутавровая балка № 16, 18 и 20). Строительная (габаритная) высота 80 мм. База 170 мм. Радиус скругления однорельсового пути не менее 1500 мм. Масса кошки 8,4 кг. Для подъема перемещаемого груза к кошке может быть подвешена ручная таль.

Кошка ручная с червячным механизмом подъема (см. рис. 28) предназначена для подъема и перемещения грузов по горизонтальному однорельсовому пути двутаврового сечения, а также для ручных однобалочных кранов.

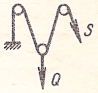
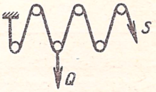
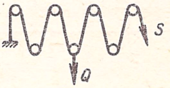
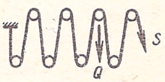
30. Технические характеристики кошек с ручным приводом (ГОСТ 47–63)

Грузоподъемность, т	Тяговое усилие на цепи механизма, Н, не менее	Номер двутавровых балок	Радиус скругления пути, м, не менее	Размеры кошек, мм (см. рис. 27)						Масса, кг, не более
				B_1	B	L	h	h_1	b	
				не более				не менее		
0,25	—	12; 14; 16	0,8	—	85	190	50	20	10	5,0
0,5	—	14; 16; 18; 18М	1,0	—	90	230	60	20	10	9,0
1,0	—	16; 18; 20; 18М	1,0	—	110	260	80	20	10	13,0
1,0	100	16; 18; 20; 18М	1,0	180	110	260	80	20	10	20,0
2,0	150	20; 22; 24; 24М	1,6	200	120	270	100	25	12	30,0
3,2	180	22; 24; 27; 24М	2,0	220	130	310	120	25	14	40,0

31. Грузоподъемность полиспастов

Схема полиспаста	Число действующих роликов	Направление сбегающей							
		Вниз							
		Диаметр роликов							
		150	200	250	300	350	400	450	
	1 и 1	1300/7000	1950/10500	3200/18000	4850/26500	6500/35000	8100/44000	13000/70000	
	1 и 2	2000/7500	3000/11500	4500/19000	7250/27500	9100/34000	10900/41000	20000/75000	
	2 и 2	2300/7000	3850/11500	5800/17000	7700/23000	9700/28000	11500/35000	23000/70000	
	2 и 3	3000/7500	5000/12500	7500/18500	10000/24500	12500/81000	15000/37000	30000/75000	
	3 и 3	3300/7000	6200/13000	8250/17500	12400/26000	16500/35000	20500/45000	33000/70000	
	3 и 4	3350/6500	6300/12000	8400/16000	12600/24000	16800/32000	21000/40000	40000/75000	
	4 и 4	3400/6000	6400/11000	8400/15000	12800/22000	17000/30000	21300/37000	42500/75000	

Примечание. В числителе указана масса поднимаемого груза (кг),

последней нити каната							Схема полиспаста
Вверх							
полиспаста, мм							
150	200	250	300	350	400	450	
2000/7000	3000/10500	5000/18000	7500/26500	10000/35000	12500/44000	20000/70000	
2750/7500	4150/11500	6900/19000	10000/27500	12500/34000	15000/41000	27500/75000	
3000/7000	5000/11500	7500/17000	10000/23000	12500/28000	15000/35000	30000/70000	
3750/7500	6250/12500	9350/18500	12450/24500	15600/31000	18700/37000	37500/75000	
4000/7000	7500/13000	10000/17500	15000/26000	20000/35000	25000/45000	40000/70000	
4000/6500	7500/12000	10000/16000	15000/24000	20000/32000	25000/40000	47500/75000	
4000/6000	7500/11000	10000/15000	15000/22200	20000/30000	25000/37000	50000/75000	

в знаменателе – усилие (Н), которое необходимо приложить.

32. Основные параметры и размеры (см. рис. 28) талей (ГОСТ 1106–74), мм

Грузоподъемность, т	B	B_1	b	b_1, не менее	h, не более	h_1, не менее	L	l
	не более						не более	
1,0	140	190	135	10	400	10	240	120
3,2	220	220	175	10	650	12	300	150
5,0	280	240	190	14	800	16	380	180
8,0	350	280	220	13	1100	16	460	220

Грузоподъемность, т	Тяговое усилие механизма, Н		Номера профилей двутавровых балок однорельсового пути		Радиус скругления пути, м, не менее	Масса тали с цепями, кг, не более
	подъема	передвижения	по ГОСТ 8239–72	по ГОСТ 19425–74		
	не более					
1,0	350	100	16; 18; 22; 24; 27; 30; 33	18М; 24М; 30М; 36М	1,2	45
3,2	650	180	22; 24; 27; 30; 33; 36; 40; 45	24М; 30М; 36М; 45М	2,0	90
5,0	750	200	30; 33; 36; 40; 45; 50; 55	30М; 36М; 45М	2,5	150
8,0	750	250	40; 45; 50; 55; 60	45М	3,0	300

Примечания: 1. Размеры указаны для тали, находящейся на прямолинейном пути при совпадении осей механизма передвижения тали и балки пути.

2. Размер h указан для тали, находящейся в стянутом состоянии.

3. Высота подъема груза – 3 м.

Тали с ручным приводом шестеренные (рис. 29, табл. 33) представляют собой переносный механизм и предназначены для подъема и перемещения грузов на небольшие расстояния, главным образом для выполнения вспомогательных операций при монтаже оборудования.

Таль монтажная шестеренная ТМШ-3 грузоподъемностью 3 т предназначена для подъема разнообразных штучных грузов и для монтажных работ. Механизм подъема размещен в подвесном разъемном корпусе и соединен с подвижной блочной обоймой грузовой калиброванной сварной цепью.

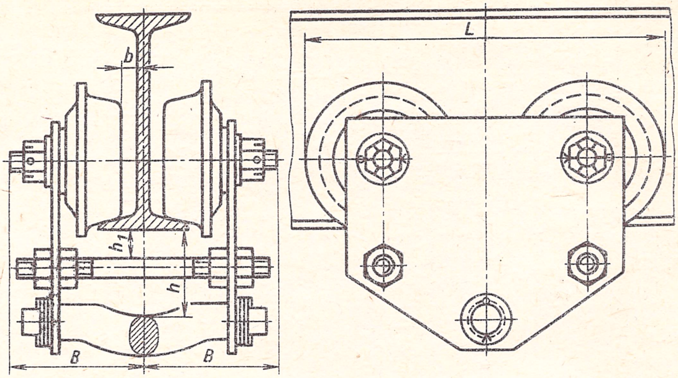


Рис. 26. Кошка без механизма передвижения

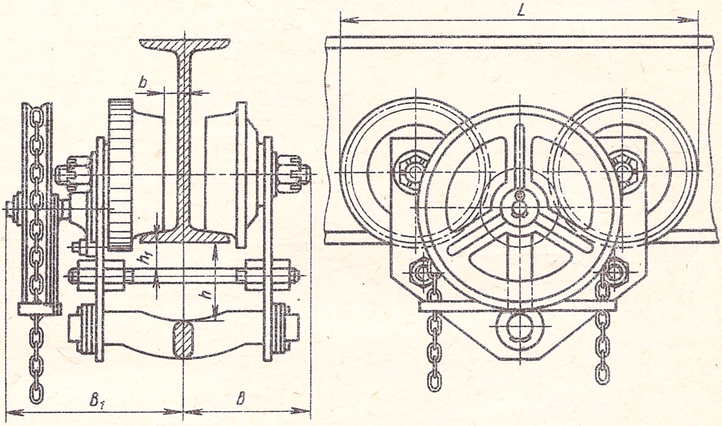


Рис. 27. Кошка с механизмом передвижения

Техническая характеристика тали: грузоподъемность 3 т; тяговое усилие 370 Н; высота подъема груза 3 м; расстояние между крюками в стянутом состоянии 650 мм; скорость подъема груза (при движении тяговой цепи со скоростью 3 м/мин) 0,35 м/мин; КПД 0,85; масса (с цепями для подъема груза на 3 м) 60,2 кг.

Тали червячные с ручным приводом с дисковым грузоподъемным тормозом (рис. 30, табл. 34) предназначены для подъема грузов при выполнении монтажных работ, в ремонтных мастерских и в складских помещениях. Червяк двухзаходный несамотормозящий.

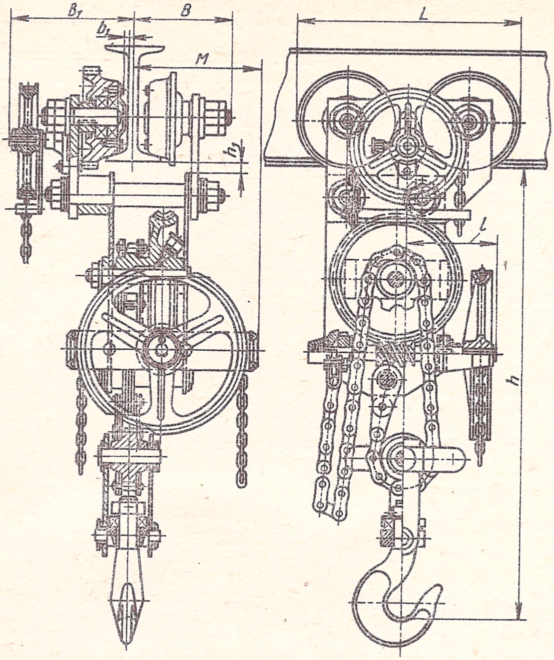


Рис. 28. Кошка ручная с червячным механизмом подъема

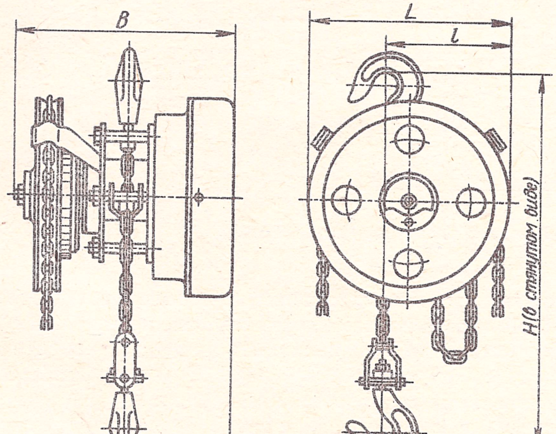


Рис. 29. Таль шестеренная с ручным приводом

33. Технические характеристики шестеренных талей (ГОСТ 2799—75)

Тип	Грузоподъемность, т	Высота подъема, м	Размеры, мм, не более: *H* (в стянутом виде)	*L*	*B*	*l*	Тяговое усилие на цепи механизма подъема, Н, не более	Масса, кг, не более
1	0,25	3; 6; 9; 12	280	150	160	100	250	25
	0,5		320	210	180	130		34
	1		360	250	220	170	320	50
	2		470	280	250	190	500	80
2	3		680	330	250	250		120
	5		800	350	280			170
3	8		1000	530	280	370		280

Примечание. Масса талей указана со сварными цепями длиной, обеспечивающей высоту подъема груза на 3 м.

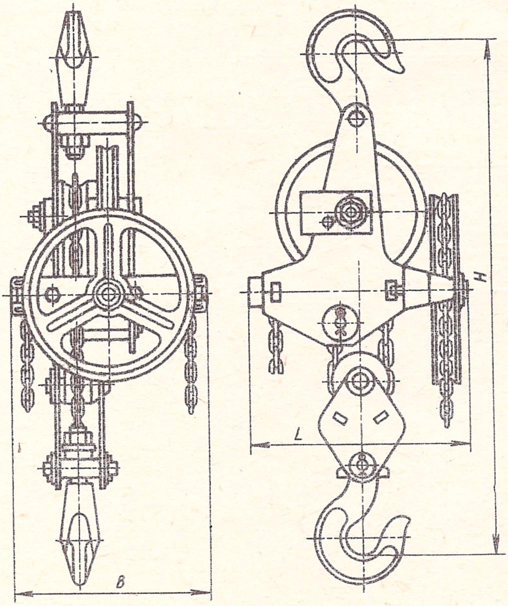


Рис. 30. Таль червячная с ручным приводом

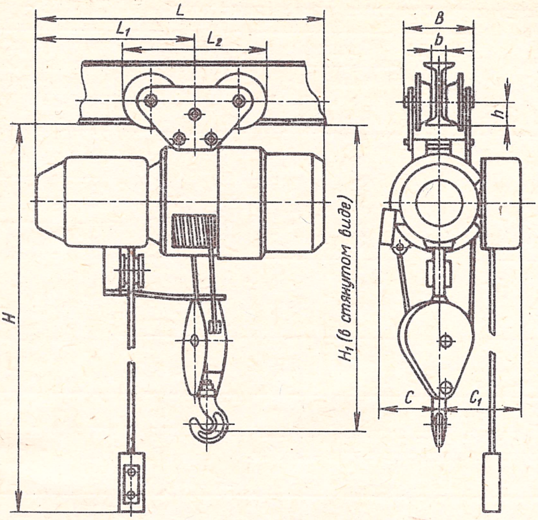


Рис. 31. Электротали грузоподъемностью 0,25 и 0,5 т

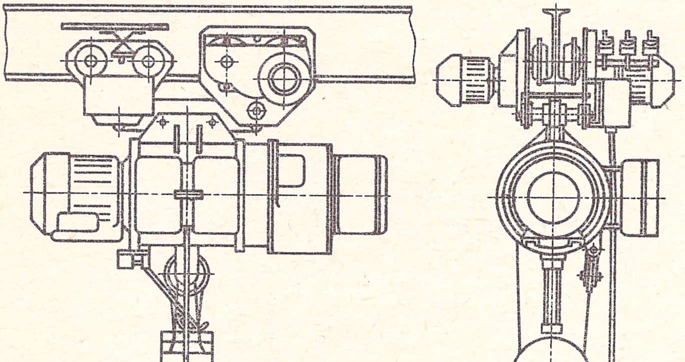


Рис. 32. Электротали грузоподъемностью 5 – 10 т

34. Технические характеристики червячных талей (ГОСТ 2799—75)

Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, м	Тяговое усилие на цепи механизма подъема Н, не более	Размеры, мм, не более			Масса, кг, не более
			H	*L*	*B*	
1,0	3	350	570	240	270	32
3,2		650	860	360	340	75
5		750	1060	460	440	145
8		750	1200	570	500	270
12,5		750	1900	700	670	410

Примечание. Масса талей указана с цепями длиной, обеспечивающей высоту подъема груза 3 м. Допускается поставлять тали с цепями, обеспечивающими высоту подъема груза на 12 м, но не более.

35. Технические характеристики электрических талей

Тип	Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, м	Номер двутавровой балки	Тип электродвигателя	Канат	Общая масса, кг
ТЭ0-Э11	0,25	6	14—24	АОЛ-22-4	3,5—180—1	50
ТЭ0,5В$_3$-Х	0,5	6		АОС-32-6	5,2—180—1	65
ТЭ0,5В$_3$-П	0,5	6				75
ТЭ0,5В$_3$-П18	0,5	18		ФТТ-0,08-4	—	115
ТЭ0,5В$_3$-КП	0,5	3,5			—	77
ТЭ0,5-311	—	6		АОС-31-4 / АОЛ-12-4	5,2—180—1	95
ТЭ0,5	0,5	12				110
ТЭ0,5-331	—	18				—
ТЭ1-521	1	12	24М; 30М; 36М	АО-41-4 / АОЛ-12-4	8—160—1	—
ТЭ1-531	1	18				—
ТЭ2-521	2	12		АОС-42-4 / АОЛ-21-4	11—160—1	—
ТЭ2-531	2	18				—
ТЭ3-521	3	12	30М; 36М; 45М	АОС-51-4 / АОЛ-22-4	13—170—1	—
ТЭ5-531	3	18				—
ТЭ5-921	5	12		АОС-52-4 / АОЛ-31-4	15,5—180—1	732
ТЭ5-931	5	18				793
ТЭ10-12	10	24	50; 55; 50а 50в, 55а	АОС-61-6 / АО-42-6Ф2	—	2770
ТЭ10-16	10	36			—	3100

Примечания: 1. В числителе указан тип электродвигателя механизма подъема, в знаменателе — тип электродвигателя механизма передвижения.

2. Скорость подъема груза — 8 м/мин; скорость передвижения — 20 м/мин.

Тали электрические передвижные (тельферы) предназначены для вертикального подъема, опускания и горизонтального перемещения подвешенного на крюке груза. Их изготовляют в нормальном исполнении с высотой подъема груза до 6 м, со скоростью подъема 8 м/мин и передвижения 20 м/мин, в специальном исполнении, грузоподъемностью 3, 5 и 10 т, с высотой подъема 12, 18, 24 и 36 м (табл. 35, рис. 31 и 32).

Тали электрические канатные стационарные подвесные и передвижные общего назначения грузоподъемностью 0,25–5,0 т (ГОСТ 22584–77) предназначены для подъема и опускания груза и его горизонтального перемещения по однорельсовому подвесному пути. Предусматривается девять исполнений тали. Основные параметры талей (рис. 33) исполнения 5 приведены в табл. 36, а размеры талей – в табл. 37.

Полиспастные пневмоподъемники (тали) ПП1 и ПП2 (рис. 34) изготовляют грузоподъемностью 0,2 и 0,4 т группами (десять талей в каждой группе), отличающихся по подвеске крюка к канату и числом пар блоков полиспаста. Они предназначены для транспортных и погрузочно-разгрузочных операций при работе со штучными грузами. Подъем и опускание грузов проводится при помощи сжатого воздуха; горизонтальное перемещение по балке подъемника с грузом – вручную.

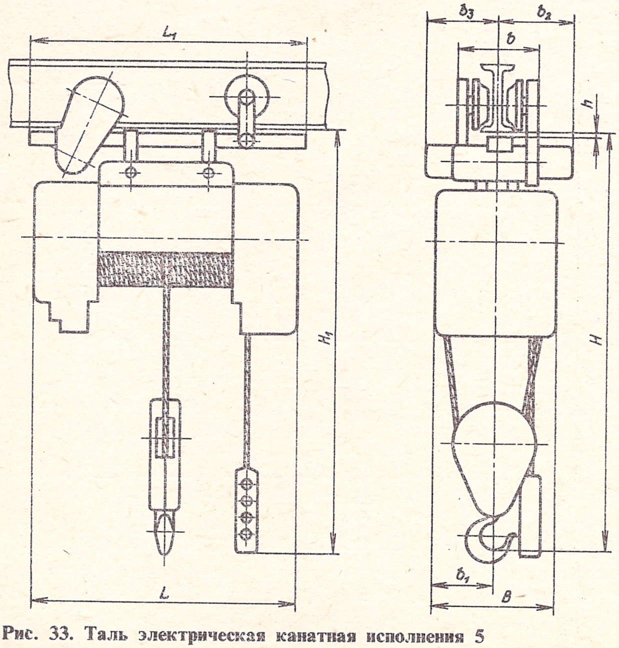


Рис. 33. Таль электрическая канатная исполнения 5

36. Основные параметры талей исполнения 5 (ГОСТ 22584—77)

Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, м	Скорость, м/мин		Номинальная мощность электродвигателя, кВт, не более		Номер профилей двутавровых балок для подвесного пути	Номинальный радиус скругления пути, м	Расчетная нагрузка на каток, Н, не более	Масса тали, кг, для высоты подъема груза, м		
		подъема	передвижения	подъема	передвижения				6	12	18
0,25	6	8,0	20 или 32	0,6	0,08	18М; 24М	0,5	1127,8	85	—	—
0,5	6	8,0	20 или 32	0,75	0,12	18М; 24М	0,5	3187,2	96	—	—
		8,0/2,7	40/13	0,75/0,25	0,18/0,6				125	—	—
	12; 18	8,0	20 или 32	0,75	0,12		0,8		—	111	126
		8,0/27	40/13	0,75/0,25	0,18/0,06				—	140	155
1,0	6; 12; 18	8,0	20 или 32	1,7	0,18	18М; 24М; 30М; 36М	1; 1,5*	4903,3	195	220	245
		8,0/2,7	40/20	1,5/0,5	0,25/0,12	24М; 30М; 36М		5148,5	230	250	275
		8,0/1,0	20 или 32	1,7+0,18	0,18	18М; 24М; 30М; 36М			225		

Продолжение табл. 36

Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, м	Скорость, м/мин		Номинальная мощность электродвигателя, кВт, не более		Номер профилей двутавровых балок для подвесного пути	Номинальный радиус скругления пути, м	Расчетная нагрузка на каток, Н, не более	Масса тали, кг, для высоты подъема груза, м		
		подъема	передвижения	подъема	передвижения				6	12	18
2,0	6; 12; 18	8,0	20 или 32	3	0,4	24М; 30М; 36М	1; 1,5*	9806,7	290	325	360
		8,0/2,7	40/13	3/1	0,37/0,12			10885,4	360	395	430
		8, 0/1,0	20 или 32	3+0,4	0,4				325	360	395
3,20	6	8,0	20 или 32	5	0,6	30М; 36М; 45М	1,5	14513,8	470	—	—
		8,0/0,6		5+0,6				14710	510	—	—
	12; 18	8,0	20 или 32	5	0,6		1,5; 2*	14513,8	—	515	560
		8,0/2,7	40/20	5/1,7	0,75/0,37			15200,3	—	600	650
		8,0/0,6	20 или 32	5+0,6	0,6			14710	—	555	600
5,0	6; 12; 18	8,0	20 или 32	7,5	1,2	30М; 36М; 45М	2; 2,5*	21574,6	700	755	815
		8,0/2,7	40/20	7,5/2,5	1,5/0,8			22555,3	840	890	940
		8,0/0,5	20 или 32	7,5+0,6	1,2				740	795	855

* Радиус указан для талей с высотой подъема груза 18 м.

37. Размеры талей исполнения 5, мм (см. рис. 33)

Обозначение	Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, м	B	b	b_1	b_2	b_3	H	H_1	h, не менее	L	L_1
			не более								не более	
ТЭ050-51А ТЭ050-52А ТЭ050-53Д	0,5	6 12 18	300	605	140	300	305	790	5600 11600 17600	20	630 765 985	700 895 1055
ТЭ100-51Д ТЭ100-52Д ТЭ100-53Д	1,0	6 12 18	330	325	160	345	175	900	5900 11900 17900		705 920 1135	695 920 1135
ТЭ200-51Д ТЭ200-52Д ТЭ200-53Д	2,0	6 12 18	370	370	185	350	280	1150	6000 12000 18000		800 1020 1260	800 960 1200
ТЭ320-52Д ТЭ320-53Д	3,2	12 18	440	390	220	—	240	1370	12300 18300		1145 1375	1205 1440
ТЭ500-51Д ТЭ500-52Д ТЭ500-53Д	5,0	6 12 18	500	400	250	400	400	1520	6500 12500 18500		1050 1250 1460	950 1150 1360

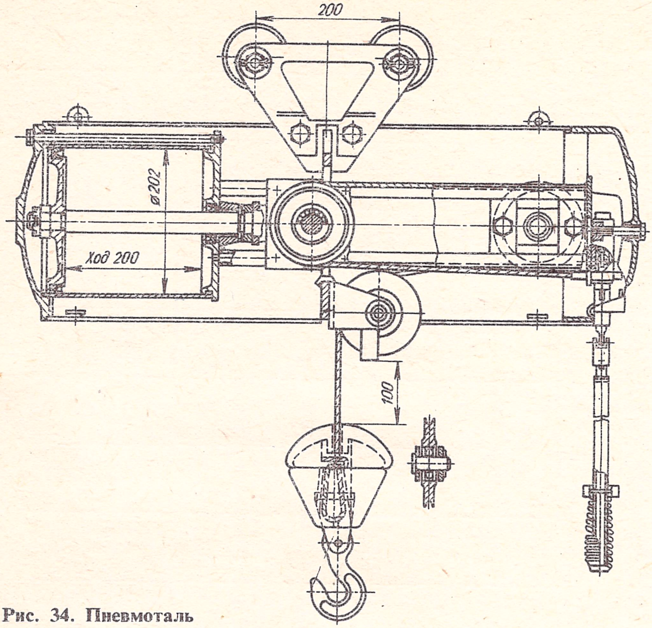


Рис. 34. Пневмоталь

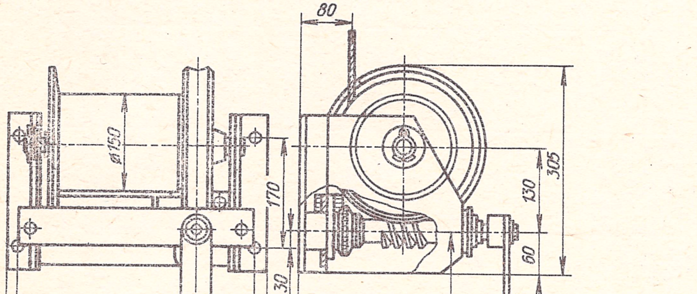


Рис. 35. Лебедка ручная настенная

Лебедки различают с ручным и машинным приводами, стационарные и передвижные. Тяговым органом для них служат стальные канаты и цепи (рис. 35).

Техническая характеристика настенных лебедок

	Лебедка ПЛ-90	Лебедка Барышского механического завода
Грузоподъемность, т	0,5	0,5
Размеры барабана, мм:		
диаметр	150	290
длина	200	160
Канатоемкость барабана, м	22	11
Число слоев навивки	2	—
Диаметр каната, мм	8	8
Усилие на рукоятке, Н	100	—
Габаритные размеры, мм:		
длина	394	485
ширина (с ручкой)	570	740
высота (без ручки)	305	659 (с опущенной ручкой)
Масса, кг	37	104,4

Лебедки ручные рычажные (рис. 36) грузоподъемностью 0,75; 1,5 и 3 т предназначены для подъема грузов и перемещения их в горизонтальном или наклонном положении. При выполнении операций, связанных с перемещением груза, можно закрепить канат, по которому лебедка будет перемещаться вместе с грузом. Лебедку приводят в действие рукояткой, длину которой можно изменять в пределах 800–1200 мм. При использовании полиспастов лебедками можно поднимать груз массой, превышающей тяговое усилие лебедки.

Технические характеристики ручных рычажных лебедок

Тяговое усилие (наибольшее) лебедки, кН	3	1,5	0,75
Масса поднимаемого груза (наибольшая), т	3	1,5	0,75
Подача каната за ход рычага, мм	26 – 35	32	30
Диаметр каната, мм	16,5	12	7
Длина каната, м	10	20	20
Габаритные размеры лебедки, мм:			
длина	715	634	498
ширина	225	233	195
высота	134	84	71
Масса лебедки (с канатом), кг	58	34	19,4

Лебедки ручные однобарабанные (рис. 37) применяют для подъема, опускания или перемещения грузов по наклонной или горизонтальной плоскости при выполнении монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Лебедка состоит из двух боковин, соединенных распорными стержнями, приводного механизма шестеренчатого типа и тормозного устройства. Приводные рукоятки надевают на квадратные головки ве-

дущего вала. Основные параметры и размеры лебедок приведены в табл. 38.

Лебедки с машинным приводом. На рис. 38 показана конструкция электрической монтажной лебедки грузоподъемностью 5 т.

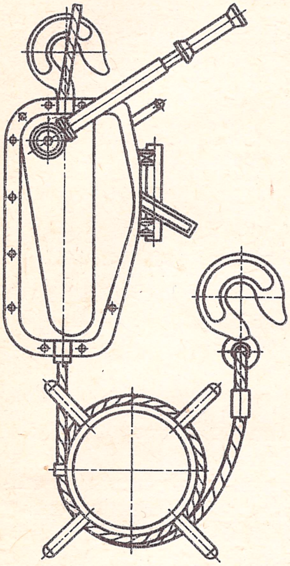


Рис. 36. Лебедка ручная рычажная

Технические характеристики электрических лебедок типов *Т* и *С* приведены в табл. 39, а технические характеристики электрических монтажных лебедок различных типов в табл. 40.

На рис. 39 показана электрическая монтажная лебедка грузоподъемностью 8 т для подъема, опускания и перемещения грузов.

Лебедки укрепляют разными способами в зависимости от места их установки. При установке лебедки в здании она может быть укреплена канатом за колонну здания, за железобетонный или металлический ригель перекрытия. При установке лебедок на земле их крепят за якорь (рис. 40) или упором и противовесом (рис. 41). Для уменьшения момента от тягового усилия, опрокидывающего лебедку, сбегающий конец каната должен находиться

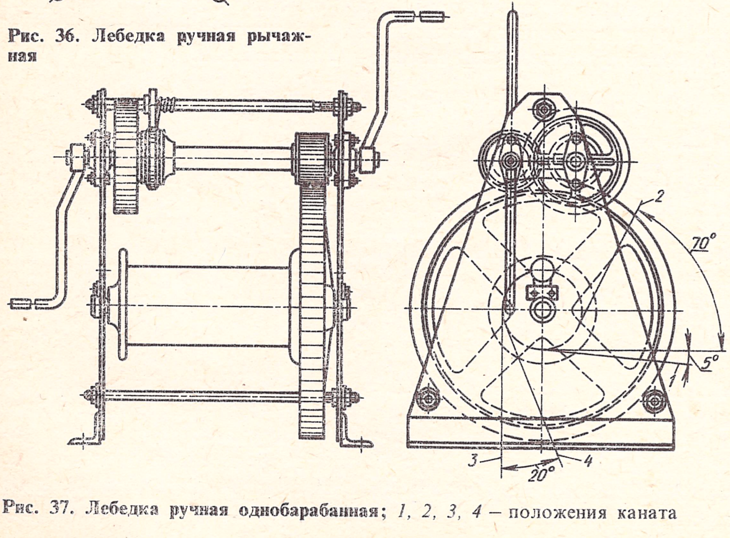


Рис. 37. Лебедка ручная однобарабанная; *1, 2, 3, 4* – положения каната

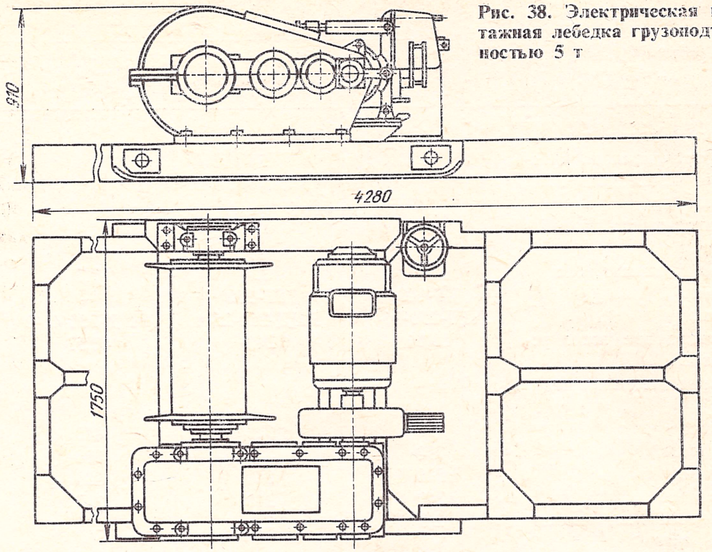


Рис. 38. Электрическая монтажная лебедка грузоподъемностью 5 т

38. Основные параметры и размеры лебедок ручных однобарабанных

Параметр, размеры	ЛР-1,25	Л-32	ЛР-5	СР-8
Наибольшее тяговое усилие каната, кН:				
на первой передаче	12,5	32,0	50,0	80,0
на второй передаче	8,0	20,0	32,0	50,0
Расчетный диаметр каната, мм	11,0	16,6	21,0	27,5
Канатоемкость барабана при многослойной навивке, м, не менее	50		75	
Габаритные размеры, мм, не более:				
длина	800	850	1050	1300
ширина	600	700	950	1250
высота	800	900	1000	1300
Масса лебедки без рукояток, кг, не более	160	260	500	900
Радиус вращения рукояток, мм, не более	450			

39. Технические характеристики электрических лебедок типов Т и С

Параметр	Т-66Е	Т-66А	С-929*
Тяговое усилие, т	0,32	0,5	0,5
Скорость навивки каната на последнем слое, м/мин	43	31	24
Канатоемкость барабана, м	80	80	80
Диаметр каната, мм	6,8	7,7	7,7
Тормоз	ТТ-160	ТТ-160	—
Редуктор	РЦД-250-16-4	РЦД-250-25-4	РЦД-250-46-2
Передаточное число редуктора	16,04	24,6	40,53
Габаритные размеры, мм:			
длина	750	920	840
ширина	790	800	680
высота	500	840	680
Масса без каната, кг	240	240	210
Установленная мощность, кВт	2,8	2,8	2,8

Параметр	Т-224В	С-930	С-931	Т-145Г
Тяговое усилие, т	1,25	1,25	5	5
Скорость навивки каната на последнем слое, м/мин	34,6	26,8	18	24,6
Канатоемкость барабана, м	80	80	250	250
Диаметр каната, мм	11,5	1,5	22	22
Тормоз	ТКТГ-200М-1	ТТ-160	ТКТГ-300М	ТКТГ-300М
Редуктор	РМ-350-111-4	ПО-2-15	ПО-2-26	РМ-650-1-3М
Передаточное число редуктора	31,5	60	83,4	48,57
Габаритные размеры, мм:				
длина	1040	1200	1975	1785
ширина	960	680	1600	1790
высота	770	760	980	1175
Масса без каната, кг	462	400	1930	2032
Установленная мощность, кВт	7	7	16	16

* Тормоз встроен в электродвигатель.

40. Технические характеристики электрических монтажных лебедок различных типов

Конструкция и тип лебедки	Тяговое усилие, т	Скорость перемещения каната, м/мин	Диаметр барабана, мм	Диаметр стального каната, мм (ГОСТ 3071 – 74)	Канато-емкость, м
Конструкция ВНИИПТМАШ	1,5 3 5 10	49 43 39 34	300 475 525 600	13 17,5 24 32,5	200 260 260 220
ИЗ-422	3	9	325	17,5	200
ИЗ-587	7,5	7	500	28,5	350
ЛМЦ-3	3	10 – 13	360	17,5	250
ЛС-5-30-450	5	1,12; 1,56	426	22	450
Л-7502	7,5	3,14 – 4,04	–	26	130
ЛС-5-9-540	5	9; 12; 5; 1,12; 1,56	426	22	450
Конструкция Центроэнергомонтажа	1,5 3 5	16,5 16,6 14,1	219 325 377	13 19,5 24	212 262 259

Конструкция и тип лебедки	Электродвигатель		Габаритные размеры, м			Масса, т
	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Длина	Ширина	Высота	
Конструкция ВНИИПТМАШ	13,5 23 32 64	975 720 720 585	1,4 1,5 1,9 2,55	1,35 1,48 1,73 2,27	1,0 1,21 1,25 1,4	1,03 1,95 3,44 5,38
ИЗ-422	7	1440	1,64	1,33	7,03	0,98
ИЗ-587	10	1320	2,25	1,63	1,28	2,24
ЛМЦ-3	7,5	905	1,39	1,55	0,85	1,27
ЛС-5-30-450	22	720	1,88	1,16	1,69	1,94
Л-7502	5	943	1,63	1,52	1,4	2,01
ЛС-5-9-540	10	1450	1,71	1,63	1,06	1,72
Конструкция Центроэнергомонтажа	5 11 16	910 715 720	1,12 1,55 1,7	1,12 1,40 1,54	0,65 1,13 1,07	0,73 1,35 1,8

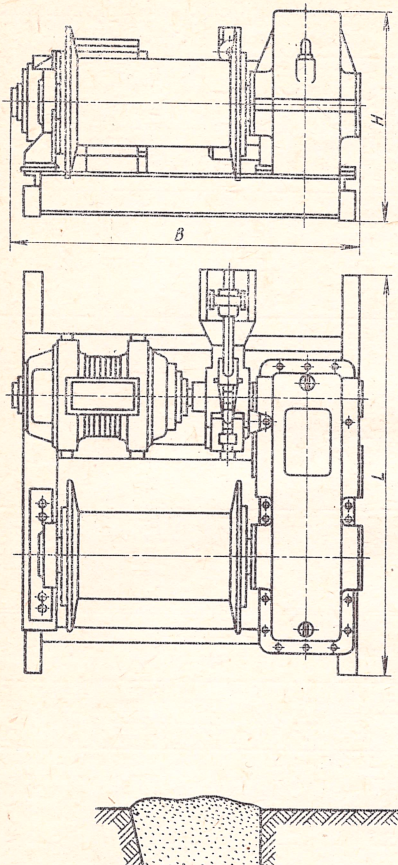


Рис. 39. Электрическая монтажная лебедка грузоподъемностью 8 т

Рис. 40. Крепление лебедки за якорь

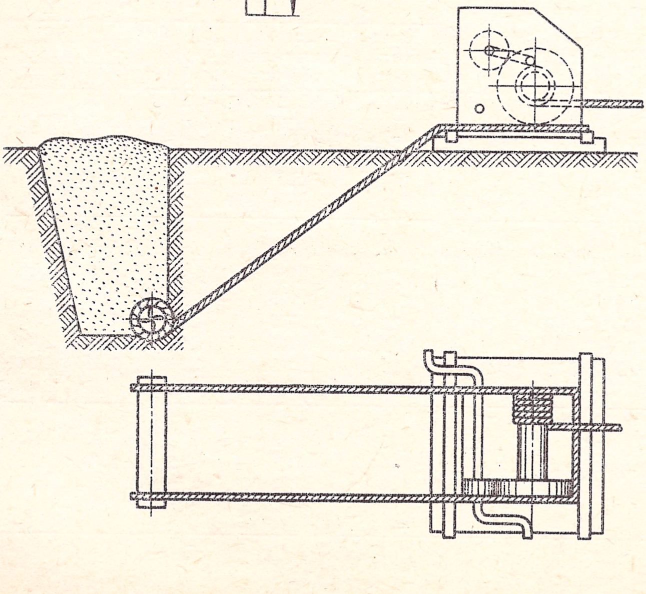
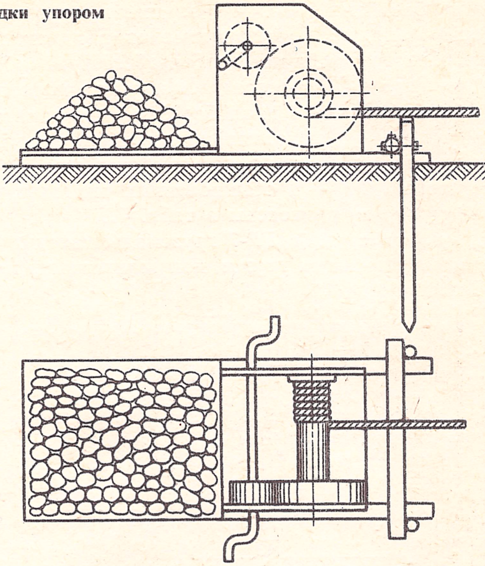


Рис. 41. Крепление лебедки упором и противовесом



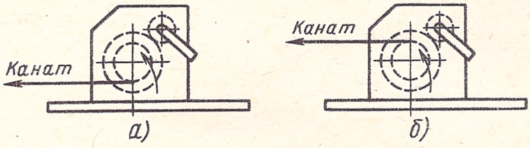


Рис. 42. Навивка каната на барабан:
а – правильная; *б* – неправильная

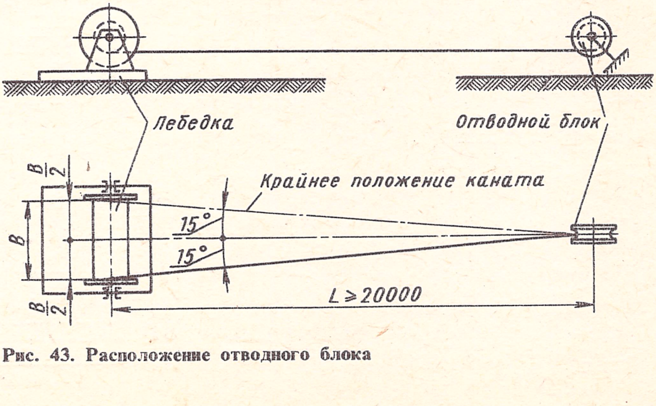


Рис. 43. Расположение отводного блока

снизу барабана (рис. 42) и иметь горизонтальное или близкое к нему направление независимо от расположения лебедки. Правильную навивку каната на барабан обеспечивают при помощи отводного блока (рис. 43), располагаемого на расстоянии от оси лебедки, равном не менее 20 длин барабана или канатоукладчика.

Домкраты – переносные подъемные механизмы, применяемые при монтажных работах. Технические характеристики домкратов: телескопического (рис. 44), обыкновенных винтовых (рис. 45) и винтового ТВ-20 (рис. 46) приведены в табл. 41.

Домкрат реечный ДР-7 грузоподъемностью 7 т предназначен для подъема различных грузов при монтажных, перегрузочных и других работах.

Техническая характеристика домкрата ДР-7

Грузоподъемность, т	7
Высота подъема, мм	350
Передаточное число	292
Длина плеча рукоятки, мм	755
Усилие на рукоятке, Н	До 600

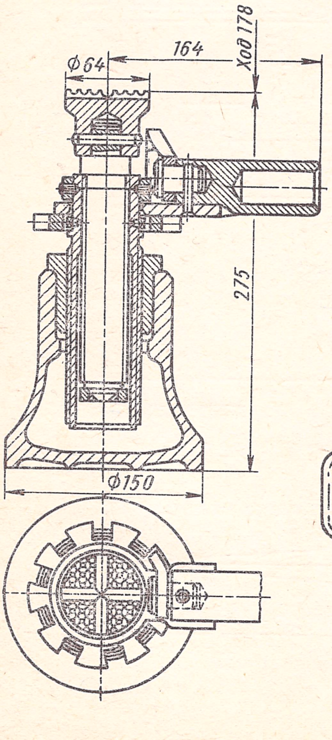


Рис. 44. Домкрат телескопический Т-56Б

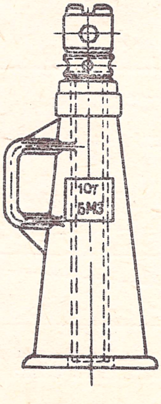


Рис. 45. Домкрат винтовой обыкновенный грузоподъемностью 10 т

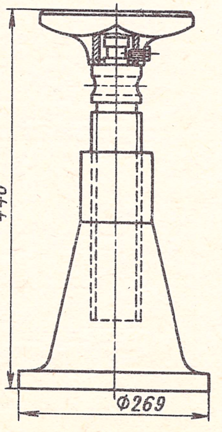


Рис. 46. Домкрат ТВ-20

Габаритные размеры, мм:	
длина	305
ширина	442
высота (с опущенной рейкой)	850
Масса, кг	48

41. Технические характеристики домкратов

Параметр	Т-56Б	Винтовые обыкновенные			ТВ-20
Грузоподъемность, т	5	5	10	15	20
Высота подъема, мм	178	270	330	300	200
Габаритные размеры, мм:					
высота с вывернутыми винтами	275	580	587	616	440
ширина (с ручкой)	239	212,5	246	280	–
диаметр основания	160	165	220	280	260
Масса, кг	10,9	–	29,1	40	31,6

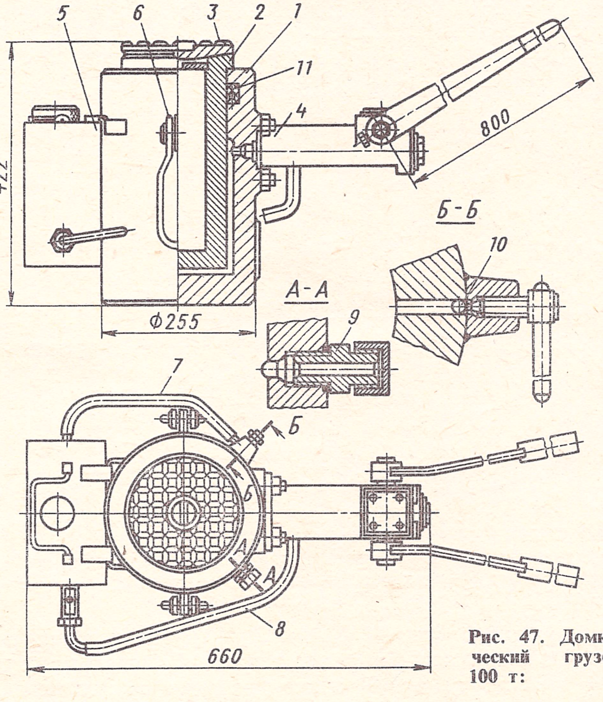


Рис. 47. Домкрат гидравлический грузоподъемностью 100 т:

1 – цилиндр; *2* – поршень; *3* – пята; *4* – насос; *5* – бачок; *6* – ручка домкрата; *7* и *8* – рукава; *9* – штуцер манометра; *10* – шарик; *11* – манжета

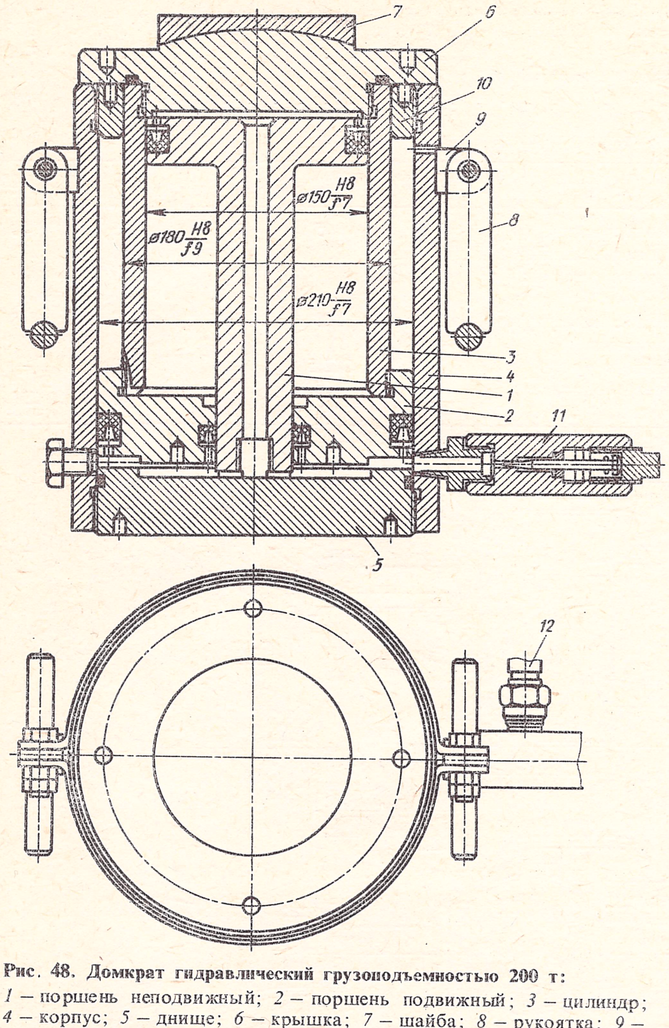


Рис. 48. Домкрат гидравлический грузоподъемностью 200 т:
1 — поршень неподвижный; *2* — поршень подвижный; *3* — цилиндр; *4* — корпус; *5* — днище; *6* — крышка; *7* — шайба; *8* — рукоятка; *9* — стяжка; *10* — гайка; *11* — дроссель; *12* — рукав

Гидравлические домкраты (рис. 47, 48, табл. 42) грузоподъемностью 100 и 200 т предназначены для подъема грузов на небольшую высоту. Гидравлический домкрат (см. рис. 48) состоит из цилиндра с поршнем, заполненным маслом; ручного плунжерного насоса, встроенного в корпус цилиндра, и масляного бачка. Головка поршня воспринимает

42. Технические характеристики гидравлических домкратов

Параметр	Т-57 (см. рис. 47)	ДГ-100	ДГ-200 (см. рис. 48)
Грузоподъемность, т	100	100	200
Высота подъема, мм	200	155	155
Рабочее давление, наибольшее, МПа	48,0	39,2	40,8
Диаметр цилиндра, мм	165	180	250
Диаметр плунжера насоса, мм	20	35	35
Ход плунжера насоса, наибольший, мм	25	17	17
Габаритные размеры, мм:			
длина с рычагами	1570	668	800
ширина	350	405	502
высота	422	920	920
Масса, кг	165	174,3	314

43. Технические характеристики домкратов

Тип	Грузоподъемность, т	Высота верхней (нижней) подъемной площадки, мм	Величина регулирования, мм	Масса (без привода), кг
Домкрат клиновой	10	90	8	18
Домкрат винтовой монтажны ДМ-5	5	94 (162)	40	3,5
Домкрат клиновой	20	35	5	9,2
Домкрат реечный ДР-5	5	70 (695)	350	35
Домкрат цепной	10	78 (678)	300	46
Домкрат гидравлический подкладочный ДП-5	5	70	20	2,7
Домкрат малогабаритный облегченный гидравлический	25	100	60	4,5
Домкрат гидравлический облегченный	50 100	134 139	60 60	18,5 —
Домкрат гидравлический с лапой ГДЛ-7	7	60 (570)	230	22
Домкрат клиновой гидравлический	40	35	10	13
Домкрат гидравлический беспоршневой усовершенствованный	45	35	15	3,9

нагрузку через самоустанавливающуюся опорную рифленую пяту со сферическим основанием.

Технические характеристики домкратов приведены в табл. 43.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПОДЪЕМА ГРУЗОВ

Козлы. Для подъема груза массой до 5 т применяют деревянные козлы простейшей конструкции (рис. 49), которые изготовляют из четырех стоек, поперечины и четырех раскосов. Для подъема грузов массой до 12 т применяют пару усиленных деревянных козел (рис. 50, табл. 44), на которые укладывают обычно в местах крепления стоек или посередине балку или рельс с прикрепленным к нему механизмом для подъема грузов.

Треноги изготовляют чаще из труб и реже из дерева. Для подъема грузов массой до 1 т на высоту до 2,5 м применяют легкие треноги

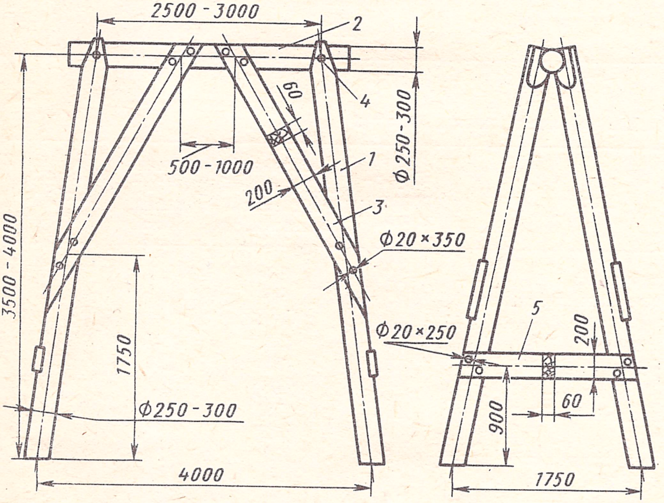


Рис. 49. Деревянные козлы

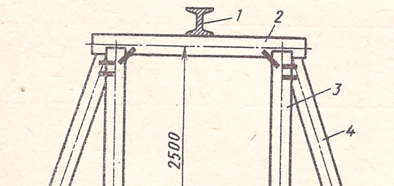


Рис. 50. Деревянные козлы усиленные:

1 – балка; *2* – поперечина; *3* – опорное бревно; *4* – раскос

44. Основные размеры усиленных деревянных козел

Грузоподъемность, т	Номер балки при длине пролета, м		Диаметр, мм		
	6	9	бревен	вертикально-поперечных раскосов	опорных раскосов
5	26	32	220	220	140
7	30	36	250	250	140
10	34	40	280	280	180
12	28 (2 шт.)	36 (2 шт.)	300	300	190

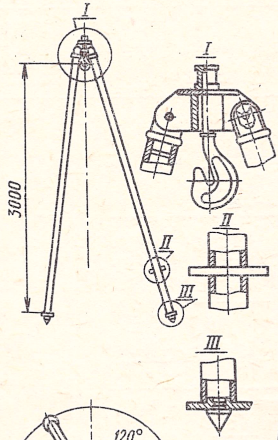


Рис. 51. Тренога грузоподъемностью до 1 т

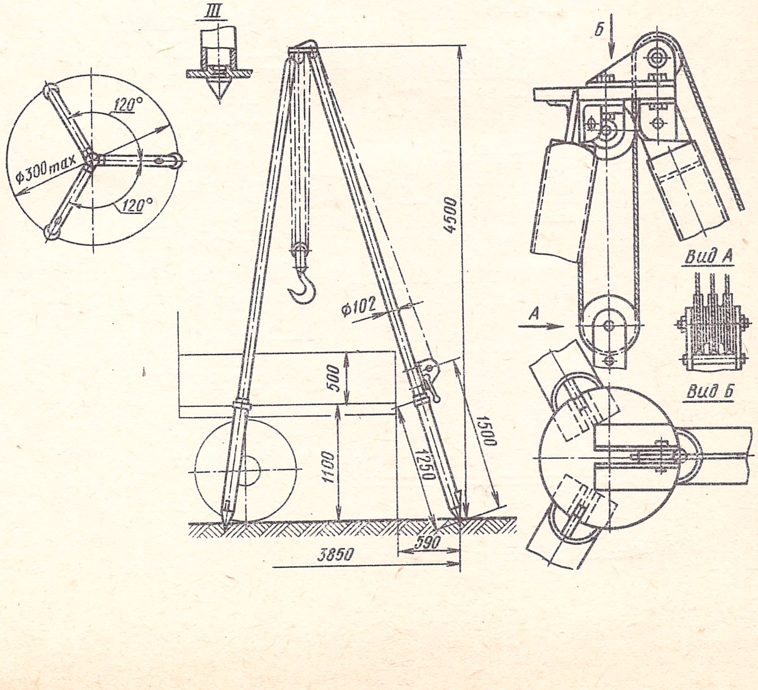


Рис. 52. Тренога тяжелая АЛ-6 грузоподъемностью 3 т с лебедкой

45. Размеры мачт (мм) из стальных труб в зависимости от грузоподъемности и высоты

Грузоподъемность, т	Высота мачты, м					
	8	10	15	20	25	30
3	152/6	152/6	219/8	299/9	351/10	426/10
5	152/8	168/10	245/8	299/11	351/11	426/10
10	194/8	194/8	245/10	299/13	351/12	426/12
15	219/8	219/10	273/10	325/9	351/14	426/12
20	245/8	245/10	299/10	325/10	377/10	426/14
30	325/9	325/9	325/9	325/9	377/12	426/14

Примечание. В числителе указан наружный диаметр трубы, в знаменателе – толщина ее стенки.

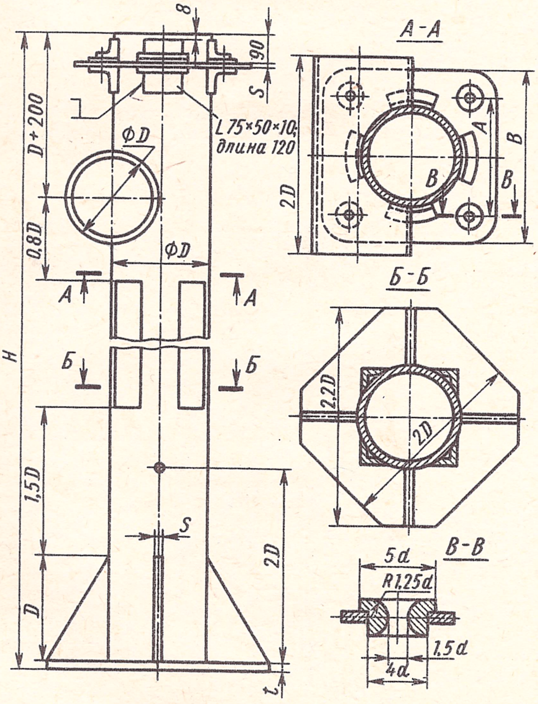


Рис. 53. Мачта из стальных труб

(рис. 51). Тяжелая тренога АЛ-6 грузоподъемностью 3 т с лебедкой показана на рис. 52.

Мачты применяют для подъема грузов массой 3–50 т. Их используют при монтаже технологического оборудования промышленных предприятий, особенно в тех случаях, когда невозможно или нерационально применение кранов.

Мачты изготовляют высотой до 30 м из стальных труб (рис. 53, табл. 45 и 46) и решетчатой конструкции (рис. 54, табл. 47), а свыше 30 м – только решетчатой конструкции. При отсутствии металлических мачт можно применять мачты из крупных бревен (рис. 55, табл. 48) грузоподъемностью до 10 т. Изготовление мачт и фундаментов под них должно проводиться по чертежам. Решетчатые мачты обычно имеют сварную конструкцию – из угловой и полосовой стали. Для удобства транспортирования металлические мачты изготовляют из нескольких частей, соединенных болтами.

Стыки трубчатых мачт, состоящих из отдельных секций, имеют присоединительные фланцы. Сварные стыки усиливают накладками. В вертикальном или наклонном положении мачты удерживаются с помощью расчалок – вант, выполняемых из каната. Число вант определяется условиями работы, но не может быть меньше 3. Обычно

46. Грузоподъемность, размеры и масса мачт из стальных труб (см. рис. 53)

Грузоподъемность, т	Максимальное расстояние по оси мачты до центра тяжести груза, м	Высота H, м	D/δ*1	Диаметр каната для вант, мм	Размеры, мм						Масса, кг
					A	B	S	l	Уголки	D_1/δ_1*2	
10	2	15	245/8	17	360	540	15	25	60 × 60 × 5	299/12	1200
20	3	20	299/8	28	460	700	20	30	80 × 80 × 8	377/14	2100
30	3	20	325/12	34	480	730	20	30	100 × 100 × 8	—	2500
50	3,5	20	377/12	46	520	900	25	35	120 × 120 × 10	—	3400

*1 D – наружный диаметр трубы; δ – толщина ее стенки.

*2 Трубы размерами D_1 и δ_1 применяют при отсутствии усиления мачты продольными угольниками.

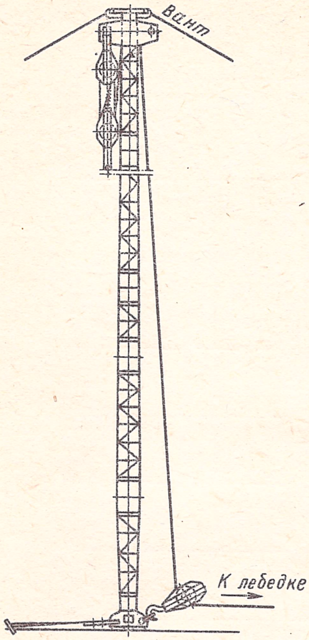


Рис. 54. Схема решетчатой мачты

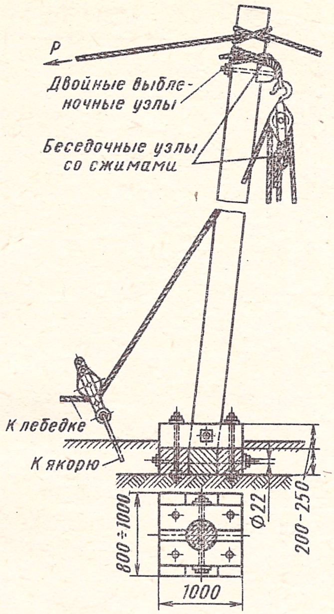


Рис. 55. Однобревенчатая мачта

47. Техническая характеристика решетчатых мачт

Показатель	Монтажные мачты			
	неповоротные			поворотные
Грузоподъемность, т	10	25	50	25
Максимальная высота подъема крюка, м	27	41	27	46
Максимальное число расчалок	4	4	4	4
Тяговое усилие лебедки, т	5	5	5	5
Масса (без лебедок и вант), т	13	12	12	12
Угол поворота в плане, градус	—	—	—	180*
Наклон мачты, м:				
максимальный	5	9	9	21
минимальный	—	—	—	10

* Поворот мачты на вылете более 15 м.

48. Грузоподъемность и размеры мачт из круглых бревен и характеристики такелажного оборудования к ним

Грузоподъемность, т	Высота мачты, м	Диаметр мачты, см	Диаметр каната расчалок, мм	Полиспаст			Грузоподъемность лебедки, т
				Диаметр каната, мм	Количество роликов, шт.		
					в верхних блоках	в нижних блоках	
3	6 6 11 13 15	18 20 22 22 24	15,5	11	2	1	1
5	6 8 11 13 15	24 24 26 26 27	20	15.5	2	1	3
10	6 8 11 13	28 30 30 31	22	17,5	3	2	3

Примечание. Размеры расчалок даны при угле их наклона к горизонту не более 45°. Мачту укрепляют четырьмя расчалками.

применяют 3–6 вантов, в большинстве случаев 4. Основания вертикально работающих мачт выполняют в виде опорного башмака, если грузоподъемность не превышает 20 т, а высота 15 м. Более распространенным является шарнирное соединение мачты с основанием,

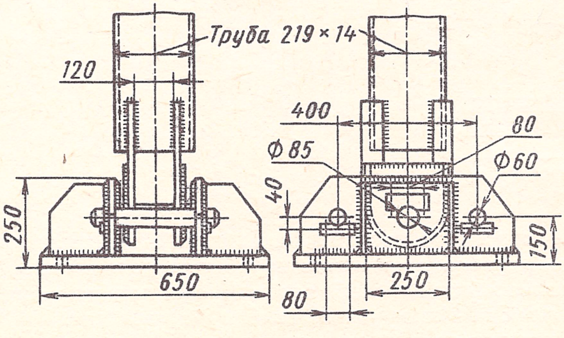


Рис. 56. Конструкция шарнирного основания мачты

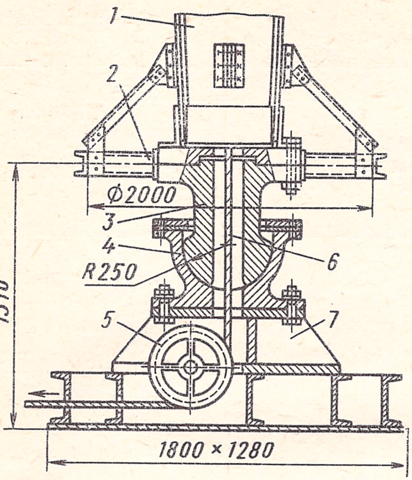


Рис. 57. Универсальный шарнир:

1 – мачта; *2* – поворотный круг; *3* – пята; *4* – подпятник; *5* – отводной ролик; *6* – канат; *7* – рама

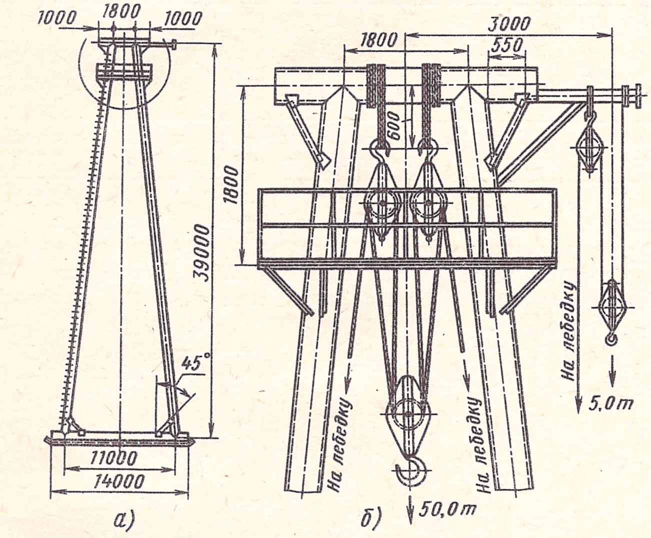


Рис. 58. Шевер грузоподъемностью 50 т:

а – общий вид; *б* – верхняя часть шевера с полиспастами

благодаря которому можно наклонять мачту. Такое соединение может быть рекомендовано для мачт всех высот и грузоподъемностей (рис. 56).

Поворотные мачты для особо ответственных подъемов соединяются с основанием с помощью универсального шарнира (рис. 57), обеспечивающего поворот мачты и ее наклон в любой плоскости.

Шевер (рис. 58) представляет собой А-образную форму, изготовленную из стальных труб или прокатных профилей. Во время работы его обычно наклоняют, а он удерживается в наклонном положении одним задним вантом, закрепленным за якорь. При больших наклонах шевера и при подъеме тяжелых грузов в вант включают полиспаст.

49. Технические характеристики монтажных порталов

Высота, м	Пролет, м	Грузоподъемность, т: двух главных полиспастов	Грузоподъемность, т: вспомогательного полиспаста	Расстояние между главными полиспастами, м	Нагрузка на башмак, кН	Размеры сечения ног портала, мм	Масса портала, т
52	14	100	20	10,7	950	1200 × 1200	39
42	13	60	10	10	700	1000 × 1000	21
24	14	40	10	10	400	700 × 700	10
24	10	40	10	6	400	700 × 700	9,5
31,5	9	150	—	6,5	1000	1000 × 1000	19,2

50. Такелажное оборудование для монтажных порталов

Тип портала	Лебедки		Блоки						Канат*[1]					
	Число единиц оборудования (шт.) при грузоподъемности, т								Длина каната (м) при диаметре, мм					
	5	3	50	40	30	20	10	5	19,5	22	24	26	30,5	37
							Для расчаливания порталов							
ПП-24	—	4	—	—	—	4	4	—	620	—	—	220	—	—
П-24	—	6	—	—	—	—	12	—	720	—	—	300	—	—
ПП-32	—	4	—	—	—	4	4	—	660	—	220	230	—	—
П-32	—	6	—	—	—	4	8	—	780	—	220	200	310	—
ПП-36	—	4	—	—	—	4	4	—	120	640	220	900	—	—
П-36	—	6	—	—	—	4	8	—	240	640	220	1100	—	—
ПП-42	—	4	—	—	4	—	4	—	120	—	840	370	1000	—
П-42	—	6	—	—	—	4	8	—	240	—	840	510	1000	—
ПП-52	—	4	4	4	—	—	8	—	120	—	1650	—	—	2600
П-52	—	4	4	4	—	—	12	—	860	—	1650	—	—	3100
							Для подъемных полиспастов							
П-24	—	—	—	—	—	4	—	—	155	610	—	—	—	—
П-32	—	—	—	—	—	—	2	—	220	—	1100	—	—	—
П-36	2*[2]	1*[2]	—	—	4	—	—	3	240	—	1250	—	—	—
П-42	—	—	—	—	—	—	—	—	280	—	1450	—	—	—
П-52	—	—	4	—	—	2	—	—	—	630	1800	—	—	—

*[1] Конструкция каната 6 × 37 (1 + 6 + 15 + 15) + 1 о. с., маркировочная группа 1470 МПа.

*[2] Лебедки электрические.

Опорные башмаки шевера устанавливают на фундаментах, а против сдвига при наклоне закрепляют болтами или расчалками.

Монтажные порталы (табл. 49 и 50) применяют для монтажа технологического оборудования и кранов-перегружателей. Портал состоит из двух мачт, соединенных вверху ригелем. Его расчаливают в четырех направлениях вантами, концы которых крепят к ручным лебедкам. Монтажный портал (рис. 59) расчаливают шестью вантами, при этом боковые ванты обычно крепят к оголовкам мачт. Для восприятия усилий, возникающих в боковых вантах, оголовки соединяют распоркой из угловой стали. Такую же распорку ставят внизу.

Мачты своими основаниями могут опираться на фундаменты или на шпальные выкладки, при этом давление на грунт должно быть в пределах 15–20 Па.

Якоря. Для закрепления расчалок (вант) применяют деревянные свайные якоря (рис. 60, табл. 51) или бревенчатые якоря с заложенным в грунт (рис. 61, табл. 52) на глубину до 2 м. В зависимости от конструкции якоря способны выдержать нагрузку в 1–15 кН. На рис. 62, *а*

51. Размеры деревянных свайных якорей (см. рис. 60)

Усилие, Н	Размеры свай, мм											
	Первой				Второй				Третьей			
	a_1	b_1	c_1	d_1	a_2	b_2	c_2	d_2	a_3	b_3	c_3	d_3
1000				18	–	–	–	–	–	–	–	–
1500				20	–	–	–	–	–	–	–	–
2000				26	–	–	–	–	–	–	–	–
3000				20				22	–	–	–	–
4000	30	150	40	22				25	–	–	–	–
5000				24	30	150	90	26	–	–	–	–
6000				20				22				28
8000				22				25	30	150	90	30
10000				24				26				33

52. Размеры бревенчатых якорей с заложением в грунт (см. рис. 67)

Нагрузка на якорь, кН	Глубина заложения бревен Н, мм	Размеры упорных бревен, мм				Диаметр тяжа, мм	Объем лесоматериалов, м³
		Упор А		Упор Б			
		Диаметр	Длина	Диаметр	Длина		
30	1500	260	1200	–	–	24	0,15
50	1500	240	1200	140	900	26	0,30
100	1500	260	1950	160	1100	36	0,42
150	2000	280	2150	180	1500	2 × 32	0,88

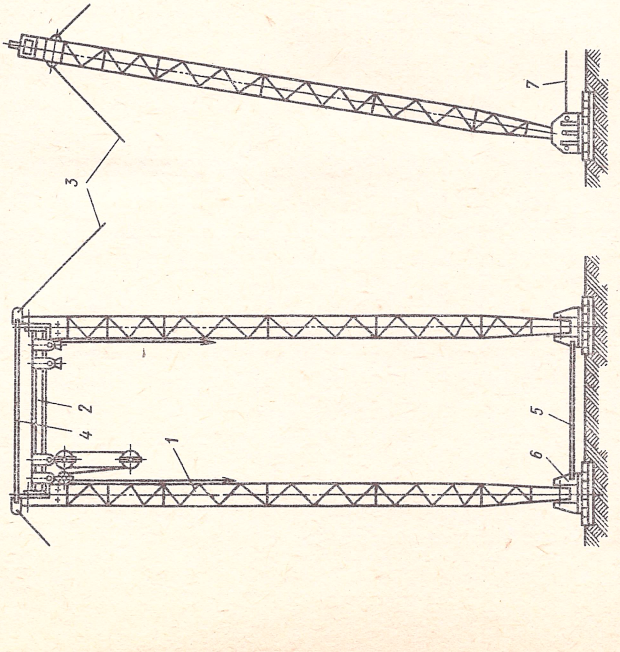


Рис. 59. Монтажный портал:

1 — мачта портала; *2* — ригель; *3* — ванты; *4* и *5* — распорки; *6* — опорная рама; *7* — тормозная оттяжка

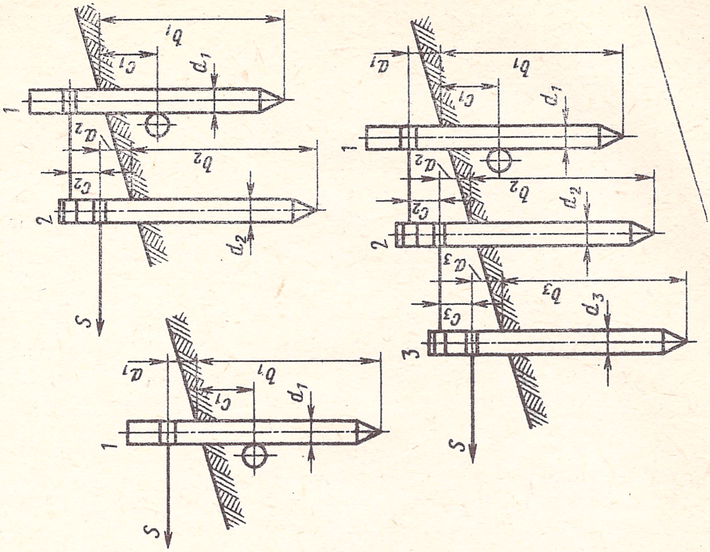


Рис. 60. Деревянные свайные якоря; *1, 2, 3* — сваи

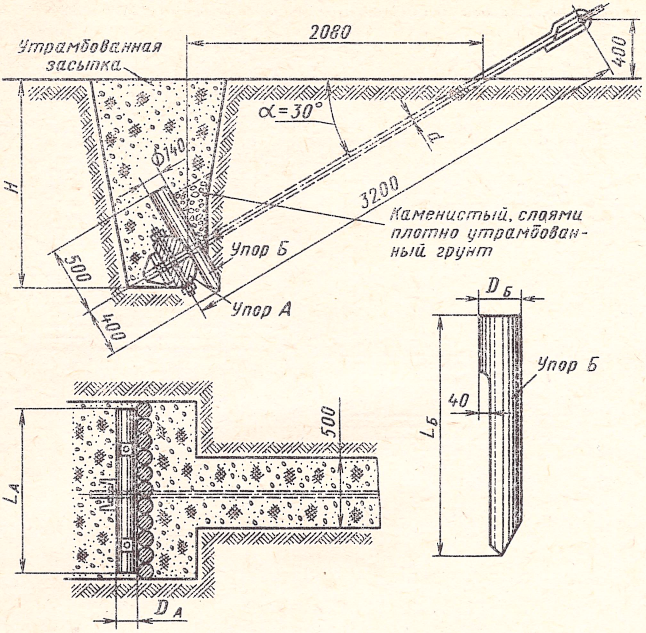


Рис. 61. Типовая конструкция якоря

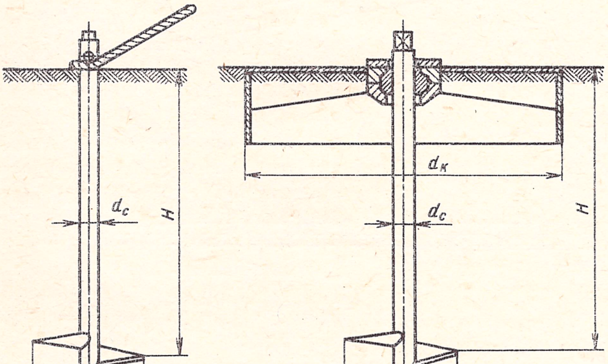


Рис. 62. Винтовой монтажный якорь

53. Величины допустимых нагрузок на стержневые и комбинированные якоря

Диаметр винтовой лопасти, м	Диаметр, м		Глубина погружения, м		Максимальная несущая способность, кН		
	стержня	кольца	лопасти	кольца	Глина	Суглинок	Песок
0,25	0,089	1	1,5	0,4	10/15	1,5/20	20/40
0,35	0,12	1,5	2,1	0,55	25/35	30/40	40/70
0,45	0,159	0,8	2,7	0,65	40/60	46/65	70/110
0,55	0,194	2,2	3,3	0,8	70/100	80/110	120/180
0,6	0,219	2,4	3,6	0,9	80/120	100/130	140/210

Примечание. В числителе указана несущая способность винтового якоря (см. рис. 62, *а*), в знаменателе – комбинированного якоря (см. рис. 62, *б*). Угол приложения нагрузки 45°.

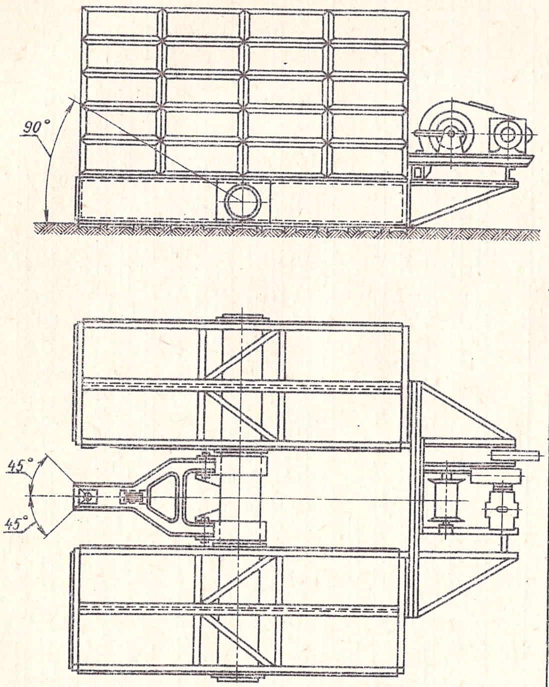
показан винтовой монтажный якорь, состоящий из металлического стержня (бесшовная труба с толщиной стенки 10–12 мм), винтовой лопасти и конического сердечника, привариваемых к трубе, а на рис. 62, *б* показан комбинированный винтовой якорь (конструкции ВНИИмонтажспецстроя) с кольцевым опорным элементом, погружаемым в грунт.

Наличие опорного элемента позволяет почти вдвое увеличить сопротивление якоря горизонтальным нагрузкам и на 35% повысить его несущую способность. Величины допустимых нагрузок на стержневые и комбинированные якоря приведены в табл. 53.

Инвентарные наземные якоря конструкции Гипрохиммонтажа на усилия до 50 кН состоят из металлической рамы-платформы, нагружаемой железобетонными блоками (размером 1500 × 1000 × 450 мм, массой 1400 кг), монтажной лебедки, устанавливаемой на консоли рамы и грузовой тяги, позволяющей изменять направление приложения усилия от вертикали от 0 до 90°, а от горизонтали от 0 до 45° (в любую сторону).

Допустимое усилие на якорь определяется количеством уложенных железобетонных блоков, т. е. массой якоря (табл. 54).

54. Технические характеристики инвентарных наземных якорей



Допустимая нагрузка на якорь, кН	Габаритные размеры, мм			Масса якоря, т	Число железобетонных блоков
	Длина	Ширина	Высота		
50			1300	10,75	8
100	4700	2800	2200	21,5	16
150			2400	32,5	24
200			2850	43	30
250	500	4200	3300	53,75	36
300			2600	64,5	48
400			3050	86	60
500	6500	5200	3950	107	74

Примечание. Допустимые усилия на якорь указаны при приложении к нему нагрузки под наиболее невыгодным углом, равным 27°40′.

ПРИЕМЫ И ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ТАКЕЛАЖНЫХ РАБОТ

Такелажные операции должны выполняться на основе заранее разработанного проекта производства работ, предусматривающего рациональное и экономически обоснованное построение процесса по строгой системе и последовательность выполнения операций. В проекте организации работ предварительным расчетом должен быть обусловлен подбор такелажного оборудования и оснастки.

Выбор технических средств для выполнения такелажных работ прежде всего обусловлен наличием самих средств механизации и возможностью своевременного их получения, числом и массой поступающего оборудования, массой отдельных ящиков, машин, узлов, а также состоянием и технической оснащенностью монтажной площадки, состоянием и ходом строительных работ к моменту начала монтажных работ, состоянием подъездных дорог, наличием электрической энергии, сжатого воздуха и др.

Горизонтальное перемещение оборудования. Лучшим средством для горизонтального перемещения оборудования являются мостовые краны, краны-балки (если они установлены), электро- и автопогрузчики, если это допускают уровни полов. При отсутствии необходимого оборудования применяют блоки и тали, полиспасты с системой оттяжек, лебедки с салазками, а также самые простейшие приспособления, всегда имеющиеся под рукой – доски и катки (рис. 63). Катки применяют деревянные (из дуба и твердого клена) или из стальных труб. Их длина должна быть на 100–300 мм больше ширины груза, а количество выбирается в зависимости от массы груза, его длины и состояния поверхности, по которой перемещается груз. При перемещении груза по грунту необходимо укладывать под катки доски, а при мягком грунте – деревянные брусья или шпалы под доски. Настил из досок предохраняет также от порчи уже готовые полы. Величина горизонтальной силы, которую необходимо приложить к грузу для его перемещения на катках, определяется по формуле

$$P = Q\mu,$$

где P – необходимое усилие, Н; Q – сила тяжести груза, Н; μ – коэффициент сопротивления (табл. 55) или коэффициент статического трения при перемещении груза на салазках (табл. 56).

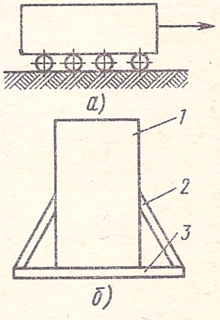


Рис. 63. Схема горизонтального перемещения оборудования:

а – на катках; *б* – на салазках; *1* – груз; *2* – распорки; *3* – салазки

Кантовка оборудования (поворот на 180°) такелажным способом осуществляется при помощи монтажной мачты и лебедок. Груз можно поворачивать как в сторону к установленной мачте (рис. 64), так и в противоположную сторону. Во избежание горизонтального перемещения

55. Коэффициенты сопротивления при перемещении грузов на катках

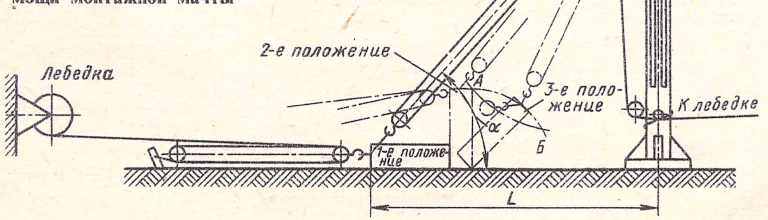
Материал верхней и нижней поверхностей, соприкасающихся с катками	Деревянные катки			Металлические катки		
	Диаметр катков, мм					
	150	200	260	50	100	150
Металл – металл	0,053	0,04	0,03	0,026	0,013	0,09
Металл – камень	0,06	0,045	0,036	0,032	0,016	0,011
Камень – камень	0,067	0,06	0,039	0,04	0,02	0,013
Металл – дерево	0,08	0,06	0,046	0,091	0,046	0,03
Камень – дерево	0,087	0,065	0,05	0,16	0,05	0,03
Дерево – камень	0,106	0,08	0,06	0,16	0,08	0,053

56. Коэффициенты статического трения для грузов на салазках

Материал трущихся тел	Добавочные условия	Состояние поверхности	
		Сухая	Политая водой
Металл по дубу	Вдоль волокон	0,62	0,65
Дуб по дубу	Волокна параллельны	0,62	–
То же	Волокна перпендикулярны	0,54	0,71
Сталь по камню	–	0,42 – 0,49	–
Дерево по камню	–	0,46 – 0,6	–
Сталь по льду	–	0,027	–

груза расстояние от мачты до груза выбирают таким, чтобы угол $\alpha \geqslant 45°$. Поворот груза до вертикального положения и вывод из него проводят при помощи правой лебедки. Дальнейший поворот груза осуществляется под действием массы груза, при этом канат левой лебедки должен быть постоянно натянут, чтобы удерживать груз от быстрого опускания. На участке между точками *А* и *Б* канат правой лебедки разгружается (получает слабину), по-

Рис. 64. Кантовка оборудования при помощи монтажной мачты



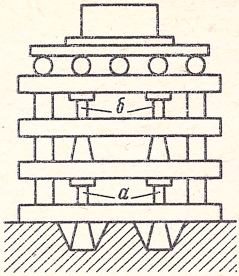


Рис. 65. Устройство штабеля:
а – домкраты на земле; *б* – домкраты на брусьях

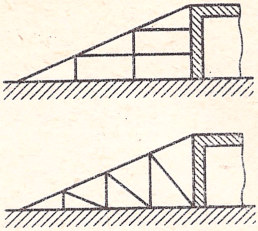


Рис. 66. Устройство пандуса

этому удерживанию груза канатом левой лебедки должно быть уделено особое внимание. Окончательный поворот груза на 180° и его опускание происходят под действием собственной силы тяжести груза; от быстрого падения груз удерживают канатом правой лебедки и одновременно свободно стравливают канат левой лебедки.

Кантовку груза в сторону от мачты осуществляют следующим образом: правой лебедкой груз вплотную подтягивают к мачте (при ослабленном канате левой лебедки), затем его поворачивают путем натяжения каната левой лебедки с использованием масс груза, канат правой лебедки при этом остается натянутым и удерживает груз от быстрого падения.

Подъем (опускание) грузов осуществляют с помощью специальных приспособлений: штабеля, наклонной плоскости, козел, мачт, кранов и др. Использовать для этих целей строительные конструкции (колонны, фермы перекрытия и др.) можно только с разрешения организации, проектировавшей здание.

Штабель устраивают из деревянных брусьев или шпал. Поднимаемый груз обычно устанавливают на салазки и закрепляют. При помощи домкратов, укрепленных на нижних брусьях, груз поднимают, а в клетку штабеля (рис. 65) подкладывают новый ряд брусьев. Перед подъемом груза с поверхности земли или спуском его до ее уровня под штабелем делают углубление для установки домкратов. Для подъема малых грузов на высоту 1–1,5 м устанавливают наклонную плоскость из брусьев соответствующего сечения, а для подъема средних и тяжелых грузов – пандус (рис. 66).

Подъем оборудования и металлоконструкций на большую высоту при помощи мачт. В зависимости от массы оборудования подъем проводится одним, двумя или четырьмя полиспастами. На рис. 67 и 68 показан подъем одной половины моста крана массой 22 т в здании, имеющем пролет шириной 20 м, и подкрановые пути на высоте 13 м. Расчалки укреплены за подстропильные фермы (см. рис. 67). Схемы запасовки полиспастов показаны на рис. 69 и 70.

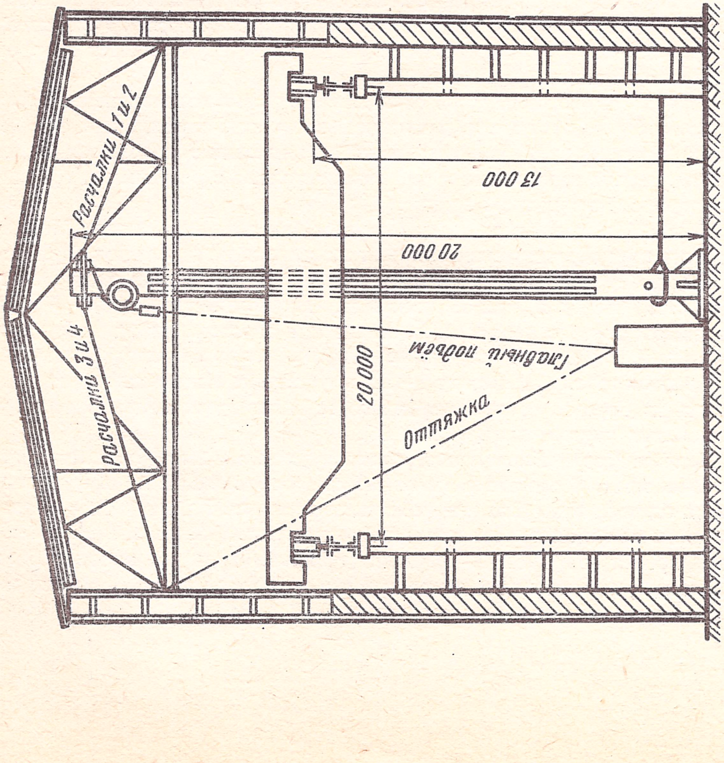


Рис. 67. Подъем половины моста крана при помощи мачты

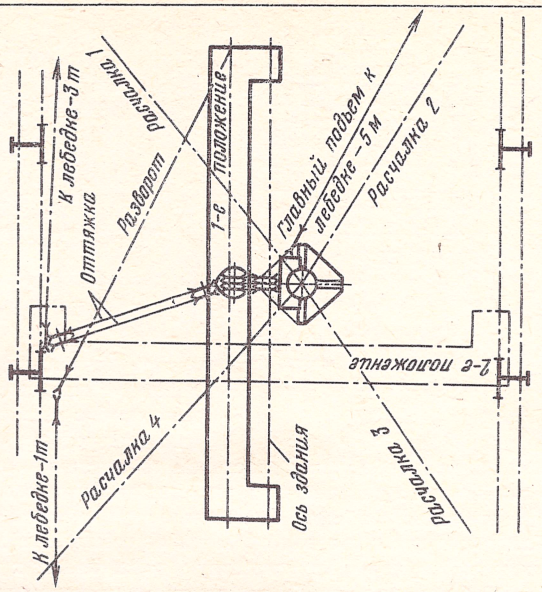


Рис. 68. Схема расположения и крепления такелажной оснастки

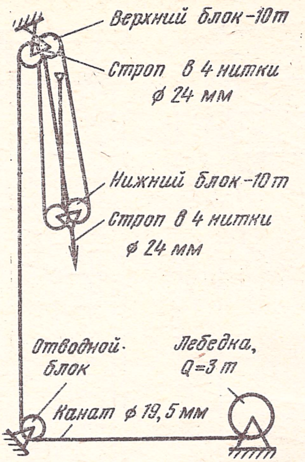


Рис. 69. Схема запасовки полиспаста подъема

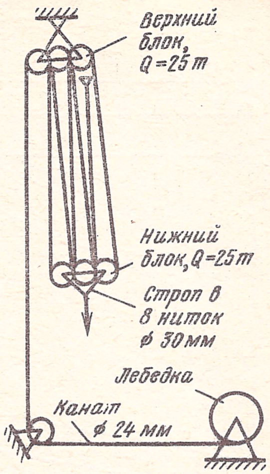


Рис. 70. Схема запасовки полиспаста для оттяжки моста крана

Подъем оборудования с использованием колонн здания можно производить только с разрешения организации, проектировавшей здание. На рис. 71 и 72 показана схема подъема фермы моста крана массой 130 т. Подъем осуществляется при помощи четырех лебедок *1* с тяговым усилием 75000 Н, двух лебедок *2* для оттяжки с тяговым усилием 50000 Н, четырех подъемных полиспастов *4* с восемью нитками, двух полиспастов *5* для оттяжки фермы с четырьмя нитками, шестью отводными блоками *3* (грузоподъемностью по 10 т). Строповка полиспастов осуществлена за вспомогательные балки *6*, установленные на специальные кронштейны, приваренные к колоннам здания. Положения фермы *А*, *В*, *С* и *Е* во время подъема видны на рис. 71.

Подъем мачты для монтажа оборудования. Мачты высотой 100–120 м, массой 40–35 т в собранном виде поднимают с помощью падающей стрелы (рис. 73), высоту которой принимают равной около 1/3 поднимаемой мачты. Падающая стрела совершает поворот (падает) вокруг своего основания от вертикального положения до горизонтального, увлекая за собой поднимаемую мачту, которая в это время поворачивается вокруг своих шарниров от горизонтального положения до вертикального.

Положение стрелы *1'* соответствует начальному положению мачты *1*; промежуточное положение стрелы *2'* соответствует положению мачты *2* и положение стрелы *3'* – конечному положению мачты *3*. Мачту поднимают при помощи полиспаста и лебедки. От падения в боковом направлении она удерживается двумя или четырьмя (в зависимости от высоты мачты) расчалками, прикрепленными к постоянным

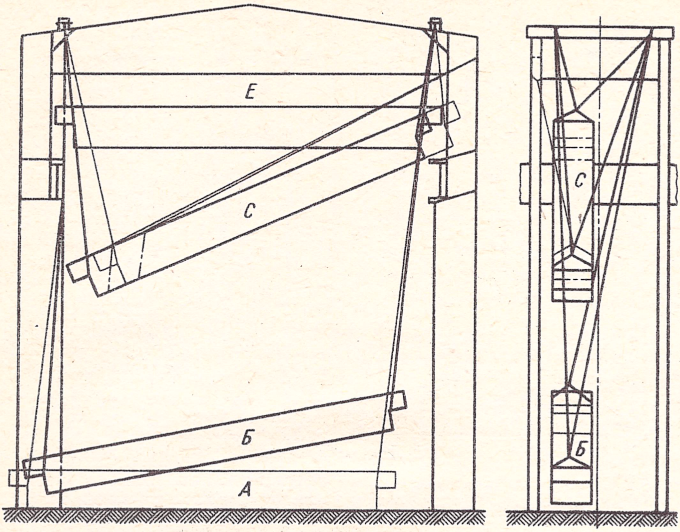


Рис. 71. Подъем фермы крана массой 130 т

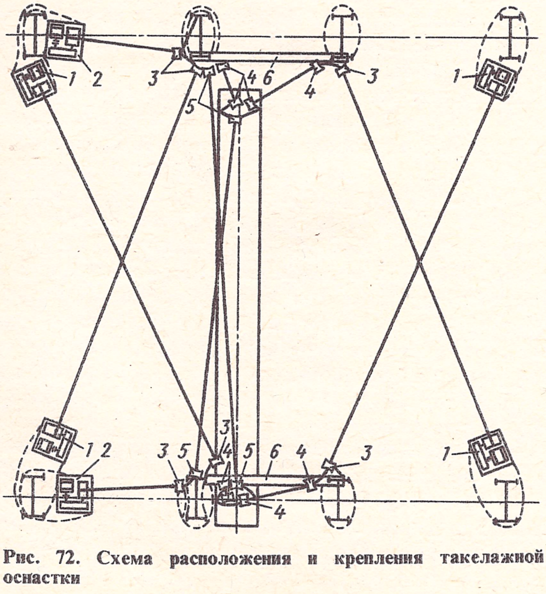


Рис. 72. Схема расположения и крепления такелажной оснастки

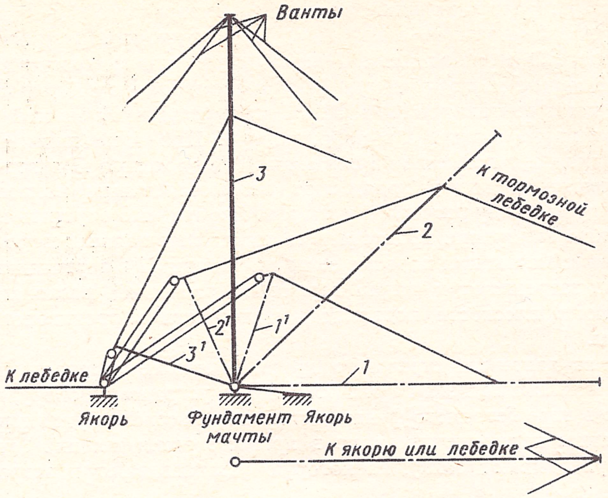


Рис. 73. Схема подъема мачты при помощи падающей стрелы

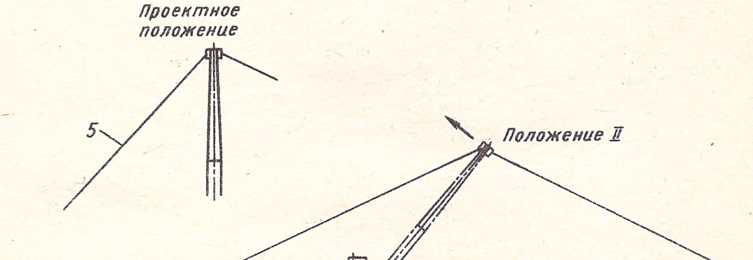


Рис. 74. Схема подъема мачты при помощи вспомогательной мачты:

1 – монтируемая мачта; *2* – вспомогательная мачта; *3* – подъемный полиспаст; *4* – нижняя тормозная расчалка; *5* – задний вант

якорям (расчалки в дальнейшем служат вантами мачты), а от падения в направлении подъема – канатом, идущим от якоря. Мачту оснащают полиспастами до ее подъема. Подъем мачты при помощи вспомогательной мачты показан на рис. 74. Вначале на земле собирают мачту и оснащают ее полиспастами. Затем вспомогательной мачтой ее поднимают из положения *I* в положение *II*. При этом нижний конец мачты скользит по земле на салазках. Из положения *II* в вертикальное положение мачту поднимают вспомогательным полиспастом, встроенным между расчалкой и якорем. Необходимо опустить вспомогательную мачту или пропустить ее ванты под поднимаемую мачту. Основание мачты при подъеме ее из положения *II* в вертикальное положение закрепляют к якорю тормозной расчалкой, располагая последнюю в плоскости подъемного полиспаста с противоположной стороны.

Монтаж вантового стрелового крана. Наиболее распространенный способ монтажа показан на рис. 75. Вначале устраивают опору, выполненную в виде бетонного фундамента или рельсового пути (при горизонтальном перемещении крана в процессе эксплуатации). Затем на опору укладывают балку, на которую устанавливают и закрепляют

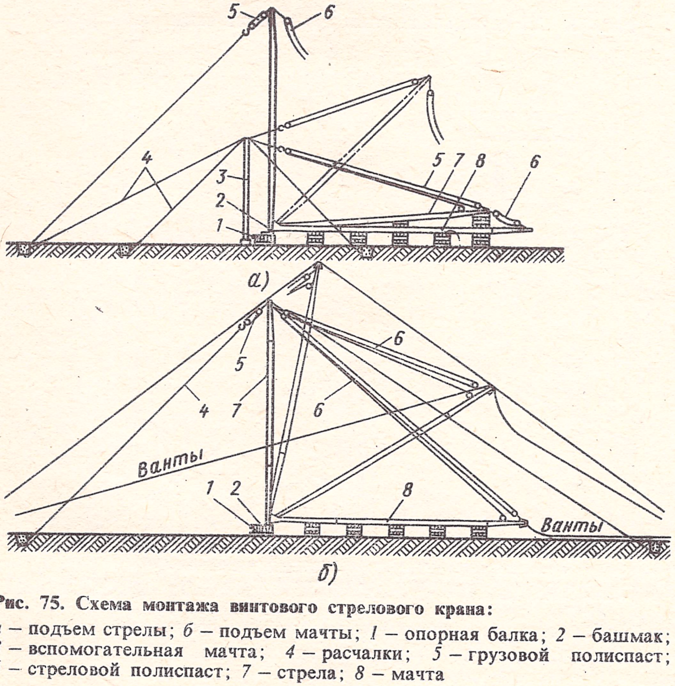


Рис. 75. Схема монтажа винтового стрелового крана:

а – подъем стрелы; *б* – подъем мачты; *1* – опорная балка; *2* – башмак; *3* – вспомогательная мачта; *4* – расчалки; *5* – грузовой полиспаст; *6* – стреловой полиспаст; *7* – стрела; *8* – мачта

фундаментными болтами башмак. На шпальных клетках собирают мачту, нижний конец которой заводят в башмак. Опорную балку во избежание сдвига при подъеме закрепляют тормозными расчалками. Затем на мачте собирают крановую стрелу, соединяемую с мачтой постоянным шарниром, после чего запасовывают канаты грузового и стрелового полиспастов. Свободные концы канатов закрепляют на барабанах лебедок. Около опорной балки устанавливают вспомогательную монтажную мачту, укрепленную расчалками. Расчалку вспомогательной мачты, расположенную в одной вертикальной плоскости с мачтой крана, свободно перекидывают через оголовок монтажной мачты и закрепляют к крюку грузового полиспаста.

Грузовым полиспастом и лебедкой поднимают стрелу крана в вертикальное положение (при этом стреловой полиспаст должен свободно удлиняться). С поднятой стрелы при помощи стрелового полиспаста и лебедки поднимают мачту до наклона ее к горизонту на 75–80°, после чего доводят ее до вертикального положения подтягиванием вант.

Монтаж башенного крана БК-10. При помощи гусеничного или железнодорожного крана башню (рис. 76) вместе с поворотным оголовком и консолью для противовеса собирают в горизонтальном положении на козелках. Одновременно собирают опорный портал и устанавливают на нем лебедки исполнительных механизмов. После

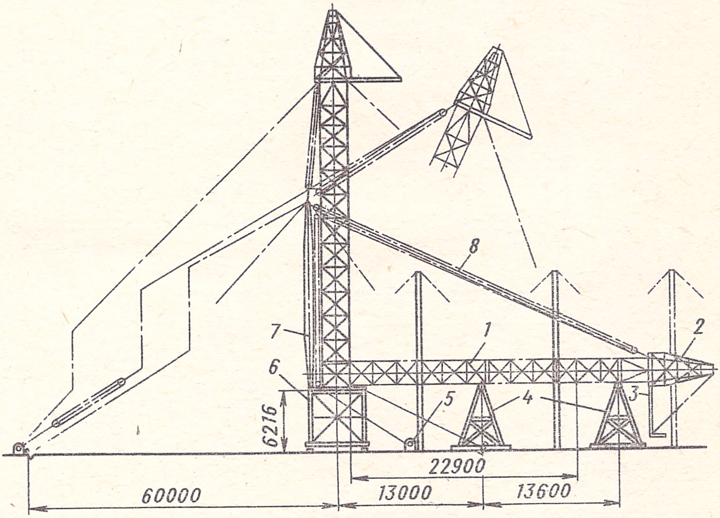


Рис. 76. Схема монтажа башенного крана БК-10:

1 – башня; *2* – поворотный оголовок; *3* – консоль для противовеса; *4* – деревянные козелки; *5* – лебедка; *6* – опорный портал; *7* – стрела крана; *8* – подъемный полиспаст

этого при помощи монтажной мачты или крана стрелу устанавливают на портал, закрепляют в специальной шарнирной опоре и расчаливают стальными канатами. В другой шарнирной опоре портала устанавливают нижнюю часть башни и полиспастом *8* и лебедкой *5* поднимают ее в вертикальное положение, поворачивая вокруг горизонтального шарнира. После этого вспомогательным полиспастом поднимают крановую стрелу и противовес.

Монтаж башенного крана БК-404 (рис. 77). Кран, масса башни которого с поворотным оголовком достигает 70 т, а длина – 51 м, монтируют методом наращивания. Монтажные работы начинают с установки при помощи железнодорожного крана трех верхних секций *2* башни на специальной опоре *1* (или шпальной клетке). На верхушку башни ставят верхнюю секцию поворотного оголовка *3*. Затем вокруг них собирают портал *4*, на его нижнюю площадку устанавливают крановые

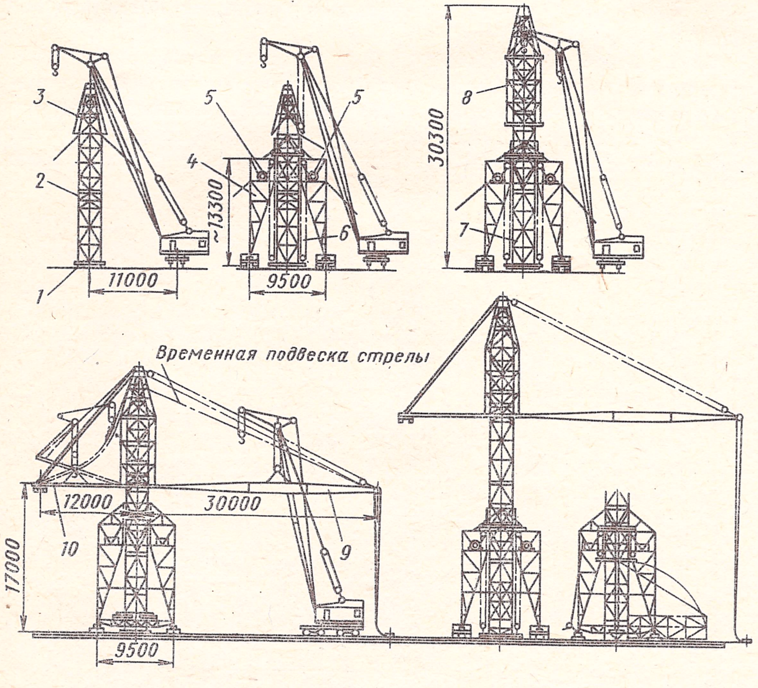


Рис. 77. Схема монтажа башенного крана БК-404:

1 – специальная опора; *2* – три верхние секции башни; *3* – верхняя секция поворотного оголовка; *4* – опорный портал крана; *5* – лебедки; *6* – полиспаст; *7* – четвертая секция; *8* – нижние секции поворотного оголовка; *9* – стрела; *10* – консоль для противовеса

лебедки *5*, а на домкратные балки укладывают балласт. На время сборки портала верхние секции башни закрепляют расчалками.

Затем при помощи полиспаста *6*, прикрепленного к обойме крана, собранные секции поднимают, освобождая место для следующей четвертой секции 7 башни. Под портал подводят секцию 7 и соединяют ее с поднятой частью башни, после чего наверху башни собирают нижнюю секцию поворотного оголовка *8*, устанавливают стрелу *9* и консоль *10* для противовеса, запасовывают грузовой и стреловой полиспасты крана в обойме портала. Собранную часть крана вместе со стрелой и консолью тремя последовательными операциями и прикреплением очередной секции башни поднимают в проектное положение и закрепляют на портале, после чего поднимают остальные плиты контргруза.

Монтаж металлоконструкций и оборудования при помощи вертолета. С применением вертолетов монтируются опоры линий электропередачи и электрификации железных дорог, радиорелейные башни, газоходы, оборудование и металлоконструкции верхних частей дымовых труб, водонапорные емкости, разнообразные конструкции и технологическое оборудование в зоне действующих производств и т. п. При этом сроки выполнения работ сокращаются в 2,5–9 раз, производительность труда монтажников возрастает в 3–10 раз, а трудозатраты снижаются в 1,5–4 раза.

При помощи вертолета МИ-10К монтируют конструкции блоками, размеры которых в плане 15 × 15 м, высота до 10 м и масса до 10 т. На рис. 78 показана схема радиорелейной башни, при монтаже которой был применен вертолет. Башня представляет собой пространственную четырехгранную металлическую конструкцию с основанием 13 × 13 м, сходящуюся на конус к отметке 20,20; с отметки 20,20 до 80,70 башня имеет постоянное сечение 7,5 × 7,5. Масса металлоконструкций башни 136 т.

До отметки 36,70 башня монтировалась блоками массой не более 8 т с применением крана МКГ-25БР, а затем крупными блоками при помощи вертолета МИ-10К. На рис. 79 показана схема оснастки блока. **Правила подъема грузов.**

1. Запрещается поднимать грузы, масса которых превышает грузоподъемность крана или подъемных механизмов и такелажных приспособлений. На каждом подъемном механизме должна быть установлена таблица предельной грузоподъемности крана в зависимости от вылета стрелы

Работами по подъему тяжелых грузов должен руководить производитель работ или мастер.

2. Перед подъемом груза на полную высоту необходимо поднять его на 200 мм от пола, выдержать в таком положении и проверить состояние такелажных приспособлений и работу лебедок.

При отсутствии данных о местонахождении центра тяжести груза его надо устанавливать путем пробных подвешиваний на небольшую высоту.

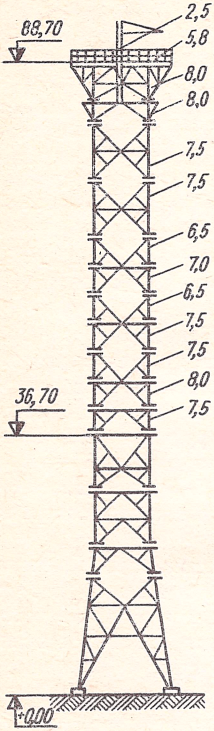
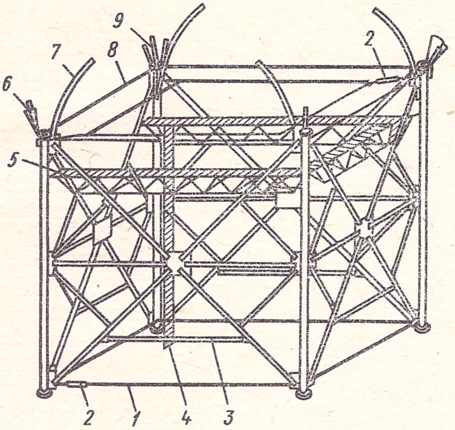


Рис. 78. Схема разбивки конструкции башни на монтажные блоки

Рис. 79. Схема оснастки блока:

1 — тросовая растяжка — направляющая; *2* — фаркон для натяжения троса; *3* — раскосы усиления блока; *4* — лестница; *5* — переходные площадки для монтажника; *6* — ловитель лепестковый; *7* — ловитель-направляющая; *8* — страховочный трос; *9* — ловитель-центратор из уголка



3. Подъем длинномерных грузов надо производить при помощи специальных траверс или двумя стропами.

4. Все движения кранов и подъемных механизмов надо выполнять плавно, без рывков и с осторожностью.

При горизонтальном перемещении грузов необходимо поднять их выше встречающихся на пути предметов на высоту не менее 0,5 м. Воспрещается оставлять грузы на весу по окончании работы или при перерыве в работе; перемещать грузы над людьми и проходить под поднятым грузом.

5. Запрещается подтаскивание груза крюком механизма подъема при косом натяжении каната или поворотом крана.

6. При пользовании чалочными канатами, цепями, стропами, траверсами и другими такелажными приспособлениями необходимо убедиться в их исправности (отсутствие заломов, узлов, порванных проволок и др.).

Сращивание канатов, применение стропов из бракованных стальных канатов запрещается. Не допускается применение пеньковых канатов

для оттяжек и расчалок, а также подъем груза канатами с перетертыми прядями.

При подвешивании груза на двурогие крюки необходимо распределить нагрузку на оба рога равномерно. После строповки концы канатов или цепей надо укрепить во избежание задевания ими встречающихся на пути предметов при перемещении груза.

7. Для предохранения канатов и цепей от резких перегибов и от перетирания на острие ребра поднимаемого груза под канат или цепь должны быть подложены прокладки.

8. Канаты и цепи должны быть такой длины, чтобы угол между их ветвями не превышал 90°. Увеличение этого угла допускается в исключительных случаях, когда высота подъема крана не позволяет применять более длинные чалки и когда при этом исключается возможность перемещения чалок по грузу.

9. Перед началом работы должны быть проверены тормозные устройства в талях. Полиспасты нагружают постепенно, не допуская перекоса блоков или закручивания каната. Запрещается пользоваться блоками, оси которых ненадежно закреплены в щеках; роликами, имеющими выбоины или трещины; талями, у которых возможно самопроизвольное выпадение с блока каната (цепи) или его заклинивание между блоком и обоймой.

10. Домкраты, применяемые при производстве работ, должны удовлетворять следующим требованиям: головки домкратов должны иметь опорную поверхность, не допускающую соскальзывания с нее грузов; при снятии нагрузки с рукоятки винтовых и реечных домкратов не должно быть самопроизвольного опускания груза; при подъеме груза гидравлическими и пневматическими домкратами не должно быть утечки жидкости или воздуха из рабочих цилиндров через соединения и зазоры; манометр должен быть исправным и иметь пломбу; во время подъема груза нельзя стоять против предохранительной пробки домкрата.

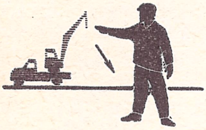
11. Ручные и приводные лебедки должны иметь тормозное устройство, состоящее из храпового (ручные лебедки) и ленточного тормозов; приводные механизмы с зубчатыми или червячными передачами (запрещается применять лебедки с фрикционной передачей); закрытые зубчатые передачи или передачи, имеющие ограждения. Корпусы приводных электролебедок, двигателей и металлический кожух рубильника должны быть заземлены.

12. Канаты, отходящие от лебедок, необходимо закрывать или ограждать во всех местах перехода людей; не допускается нахождение людей у натянутого каната между лебедкой и грузом.

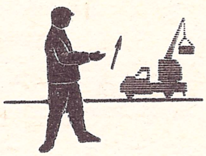
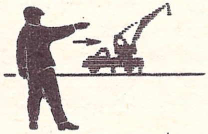
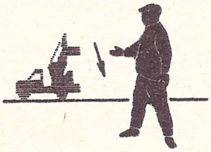
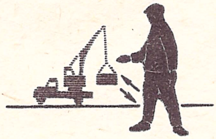
13. Перед началом работы ручные или приводные лебедки должны быть прочно закреплены на раме, загруженной балластом. В целях наибольшей устойчивости лебедок канат надо укладывать на барабане правильными витками.

14. При монтаже оборудования надо устанавливать мачты на прочных основаниях и крепить растяжками к надежным опорам или яко-

57. Знаковая сигнализация

Эскиз	Значение сигнала
	Поднять груз или крюк – прерывистое движение правой рукой ладонью вверх
	Повернуть стрелу вправо – движение правой рукой ладонью вправо
	Опустить груз или крюк – прерывистое движение правой рукой вниз перед грудью, ладонь обращена вниз
	Провернуть стрелу влево – движение правой рукой, согнутой в локте, ладонью влево
	Передвинуть кран вперед – движение вытянутой правой рукой, ладонью по направлению требуемого движения крана

Продолжение табл. 57

Эскиз	Значение сигнала
	Поднять стрелу – движение вытянутой правой рукой, ладонь раскрыта
	Передвинуть кран назад – движение вытянутой правой рукой, ладонью по направлению требуемого движения крана
	Опустить стрелу – движение вытянутой правой рукой, предварительно поднятой до вертикального положения, вниз; ладонь раскрыта
	Опустить груз или крюк – прерывистое движение правой рукой, согнутой в локте, вниз перед грудью, ладонь обращена вниз
	Осторожно (применяется перед каким-либо из перечисленных сигналов, когда требуется незначительное перемещение) – кисти рук обращены ладонями друг к другу на небольшом расстоянии, руки подняты вверх

рям. При этом растяжки не должны касаться острых углов конструкций.

Знаковая сигнализация. Согласованная работа при подъеме и перемещении груза обеспечивается четкой подачей команды руководителем подъема и тщательно разработанной сигнализацией для передачи команды монтажникам, крановщикам или мотористам. Команды обычно даются словесные. Однако такая команда не всегда доходит до исполнителей и может быть исполнена. Поэтому помимо словесной применяют знаковую сигнализацию. Правилами техники безопасности установлена единообразная система сигнализации при выполнении работ строительными кранами (табл. 57).

Сигнализация флажками: поднять вверх – рука с флажком, согнутая в локте, поднята вверх; опустить вниз – рука с флажком, согнутая в локте, опущена вниз; движение крана по рельсам – флажком указывают требуемое направление движения; повернуть стрелу – горизонтально вытянутой рукой с флажком, поворачивая корпус, сигнальщик указывает направление поворота стрелы; остановить движение – рукой с флажком плавно двигают в горизонтальной плоскости вправо и влево; внезапно остановить движение – обеими руками с флажком быстро двигают в горизонтальной плоскости вправо и влево.

Глава 10

ОСНОВНЫЕ МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

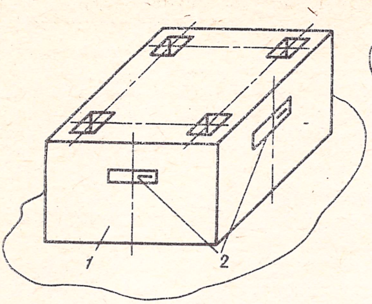
Общие монтажно-технологические требования (ГОСТ 24444–80) предусматривают комплектность поставки технологического оборудования, которая должна быть установлена нормативно-технической документацией на каждый конкретный вид оборудования.

В комплект оборудования входят фундаментные болты с закладными деталями; ответные фланцы трубопроводов с рабочими прокладками и крепежными деталями; регулировочные (отжимные) винты с контргайками и опорными пластинками; уплотнительные прокладки и мастика (если она требуется по конструкторской документации) для фланцевых монтажных разъемов частей оборудования и неприсоединенных к нему узлов деталей; закрепленные на фундаменте ответные части к шарнирным устройствам вертикальных аппаратов; трубопроводы, входящие в состав оборудования, но не прикрепленные к нему, вместе с арматурой, прокладками, крепежными деталями, опорами и подвесками.

ПРИЕМКА ФУНДАМЕНТОВ ПОД МОНТАЖ ОБОРУДОВАНИЯ

Фундаменты машин и механизмов крупных агрегатов делают массивными, по возможности без швов в тех местах, где будет установлено оборудование. Отдельные железобетонные массивы разделяют усадочными швами. Например, при сооружении фундаментов прокатных станов к таким массивам относят фундаменты под приемную часть стана, главную рабочую линию стана, кантователи и манипуляторы, под ножницы и т. д. Крупные и тяжелые фундаменты под установленным оборудованием способны в течение длительного времени давать осадку, достигающую 50 мм и более. Поэтому по окончании изготовления фундамента необходимо наблюдать за его осадкой и при выверке оборудования по реперам учитывать возможные отклонения в высотных отметках.

Размеры фундамента (в плане) определяются габаритными размерами оборудования и его размещением, а глубина – длиной фундаментных болтов, крепящих оборудование, размещением каналов и тоннелей, а также грунтовыми условиями. Размеры должны соответствовать чертежам и требованиям технических условий на сооружение фундамента. Фундаменты, на которые оборудование устанавливается с последующей подливкой раствором, что должно быть указано в чер-



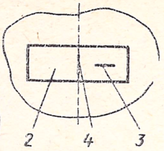


Рис. 1. Плашки для нанесения на фундаментах осей и высотных отметок:
1 – фундамент; *2* – плашка; *3* – высотная отметка; *4* – осевая отметка

тежах, сдаются под монтаж забетонированными на 50–60 мм ниже проектной отметки опорной поверхности оборудования, а в местах расположения ребер жесткости на основании оборудования – на 50–60 мм ниже отметки этих ребер.

В зданиях и сооружениях, сдаваемых под монтаж поточных и автоматических линий, агрегатов и комплексов машин, требующих высокой точности установки прокатных станов, вращающихся печей, разливочных машин, технологических линий пищевых производств, бумагоделательных машин, конвейеров большой протяженности, паротурбинных агрегатов, трубовоздуходувок, компрессоров, оси наносят на закладные металлические изделия, а высотные отметки фиксируют на реперах. Оси и реперы, вделанные в фундамент, должны быть расположены вне контура опорных конструкций устанавливаемого на нем оборудования. Геометрическая точность разбивки осей, реперов и высотных отметок должна обеспечивать заданную проектом точность монтажа оборудования.

Монтажная организация при приемке оборудования под монтаж обязана проверить правильность разбивки осей (рис. 1) и высотных реперов, а также соответствие фактических размеров фундамента проектным. Одновременно проверяют правильность расположения закладных изделий, анкерных болтов или колодцев для них. Согласно СНиП по производству и приемке работ при возведении бетонных, железобетонных и металлических конструкций фактические отклонения от проектных размеров не должны превышать следующих величин, мм:

Плоскости и линии их пересечения (проектный наклон на всю высоту конструкции) для фундаментов	±20
Для горизонтальных плоскостей на всю плоскость выверенного участка	±20
Поверхности бетона от проектной отметки при проверке конструкций рейкой длиной 2 м (кроме опорных поверхностей)	±5
В длине или пролете элементов	±20
Поперечные сечения элементов	+6; –3
В отметках поверхностей и закладных частей, служащих опорами для металлических или сборных железобетонных колонн и других сборных элементов	–5

В расположении анкерных болтов:

в плане внутри контура опоры	5
в плане вне контура опоры	10
на высоте	±20
Разница в отметках по высоте на стыке двух смежных поверхностей	3

Отклонение забетонированного анкерного болта от вертикали по всей высоте его выступающей части не должно превышать 1,5 мм.

Фундаментные болты должны быть укомплектованы всеми деталями, включая гайки и шайбы, и защищены от коррозии. Гайки должны свободно навинчиваться на вс длину нарезанной части болта.

МОНТАЖНЫЕ ОСИ

Главные оси. Разбивку главных монтажных осей, установку скоб для их закрепления и установку реперов выполняют по чертежам, предусмотренным в проекте на оборудование или в проекте производства монтажных работ. Главные оси закрепляют вне контура, подлежащего монтажу оборудования, на строительных металлических или железобетонных конструкциях с помощью фундаментных болтов или металлических деталей, устанавливаемых на строительных конструкциях. При разбивке главных монтажных осей проектные размеры откладывают от главных осей сооружения или от осей колонн, приямков и смежных сооружений. Главная струна, натягиваемая до начала монтажа оборудования, предназначена для проверки осей и размеров фундаментов и разбивки дополнительных (рабочих) осей для установки машин и механизмов.

Проверку осей и размеров фундамента, а также положения анкерных болтов по отношению к главным осям сооружений проводят с помощью теодолита и рулетки; отметку верха фундамента – с помощью нивелира. Процесс нивелирования начинается от какой-либо постоянной точки, высота которой заранее известна. Такую точку называют репером, а численное значение высоты точки – отметкой. Отметку репера над уровнем моря называют абсолютной отметкой. В чертежах на установку оборудования обычно указаны отметки относительно уровня пола помещения, поэтому если высотная отметка репера дана в абсолютном значении, т. е. относительно уровня моря, то ее следует пересчитать относительно уровня пола помещения, заданного также в абсолютном значении, после чего определить высотные отметки оборудования. Например, отметка верхней плоскости фундаментной плиты от уровня пола – 800 мм; абсолютная отметка пола помещения – 50 000 мм (рис. 2). Относительная отметка репера составляет: 50 000–51 200 = – 1200 мм. Расстояние от репера до верхней плоскости фундамента плиты составит: – 400 – (– 800) = – 400. Знак «минус» означает расположение ниже уровня помещения. Разбивку монтажных осей и нивелирование реперов надо выполнять с минимальной погрешностью: для линейных измерений приблизительно ±1 мм на

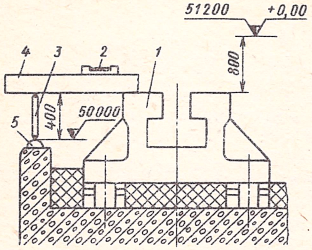


Рис. 2. Установка плитовины прокатного стана:

1 – плитовина; *2* – уровень; *3* – нутромер; *4* – линейка; *5* – репер

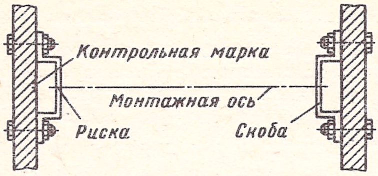


Рис. 3. Схема закрепления монтажной оси

каждые 10 м, при угловых измерениях ±10″ и при нивелировании ±(0,5 – 1) мм.

На время работ монтажные оси иногда обозначают рисками на стальных скобах (рис. 3), изготовленных из стальной проволоки диаметром 10–15 мм, длиной 300–400 мм или из полосовой стали сечением 10 × 60 мм. Глубокие и тонкие риски на скобе наносят трехгранным напильником. От скобы к скобе натягивают стальную проволоку диаметром 0,5–1 мм.

Наиболее часто монтажные оси с помощью керна закрепляют на рабочей поверхности плашки или закладной детали (рис. 4, *а*), заделанной в фундаменте. Острым керном наносят точку, найденную при помощи теодолита или отвеса, спущенного со струны. В случае необходимости

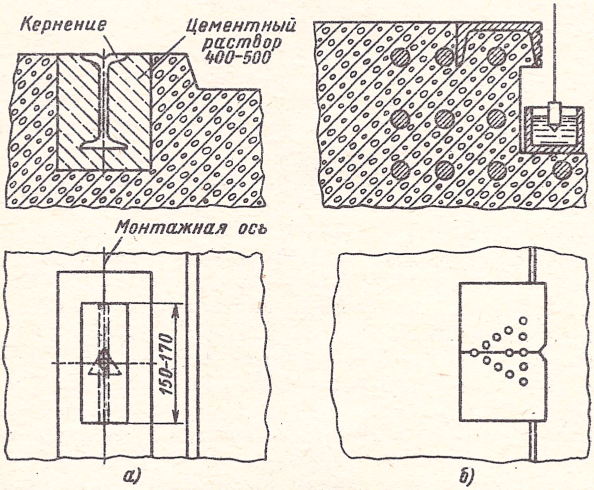


Рис. 4. Схема нанесения монтажных осей на закладные детали, расположенные в центре (*а*) и у края (*б*) фундамента

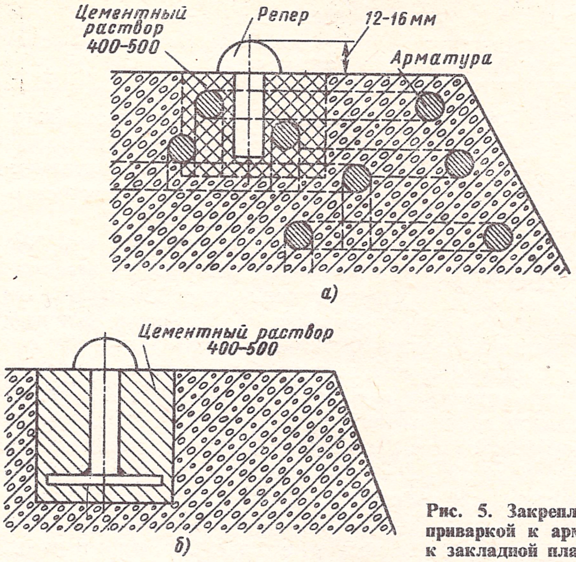


Рис. 5. Закрепление реперов приваркой к арматуре *(а)* **и к закладной пластине** *(б)*

накернивают также вертикальную плоскость закладной детали (рис. 4, *б*). Высотный репер представляет собой заклепку (рис. 5, *а*), приваренную к арматуре фундамента вверх головкой. В местах отсутствия арматуры для лучшего закрепления репера в фундаменте к его цилиндрическому концу приваривают хвостовик из пластин (рис. 5, *б*). Монтажные знаки устанавливают перед началом монтажных работ. Их заливают быстросхватывающимся цементным раствором. В зимнее время применяют электрообогрев, способствующий надежному закреплению знаков в течение суток.

Рабочие оси монтируемого оборудования разбивают путем проведения параллельных, наклонных или перпендикулярных линий относительно главной монтажной оси. Разбивку осуществляют с помощью геодезических инструментов, а в простейших случаях – с помощью рулетки. От главных и рабочих осей координаты переносят на горизонтальные плоскости с помощью отвесов. Разбивку монтажных осей выполняют в следующей последовательности. Вначале относительно основных осей сооружения проводят предварительную разбивку монтажных осей и линий установки реперов с наметкой их на бетоне масляной краской. Затем от этих осей выполняют планово-высотную съемку фактического очертания, размеров и высотных отметок фундамента, отверстий и штраб. После этого осуществляют установку плашек, скоб и реперов, а также проводят точную (окончательную) разбивку осей и нивелировку реперов с составлением исполнительных чертежей.

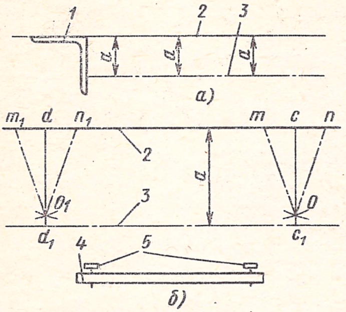


Рис. 6. Разбивка осей:

а – с помощью угольника; *б* – с помощью циркуля

Точность разбивки монтажных осей и ее соответствие технической документации проверяет приемочная комиссия в составе строителей и монтажников.

Разметка монтажных осей без применения геодезических приборов. В помещении, предназначенном для установки оборудования, основная разметочная монтажная ось должна быть расположена так, чтобы оси механизмов, работающих от одного привода, были параллельны монтажной оси. Разметку положения монтажной оси начинают с проведения на полу помещения линии, параллельной оси колонн или балок, на запроектированном расстоянии. С помощью отвесов монтажную линию переносят на потолок. Затем с помощью гидростатического уровня на поперечных стенах или колоннах на запроектированном расстоянии от пола отмечают две точки на одном горизонтальном уровне и в общей плоскости с линиями на полу и потолке. Отмеченные точки фиксируют положение монтажной оси в пространстве.

От основной монтажной оси размечают все остальные вспомогательные оси. Вспомогательную ось, параллельную основной монтажной оси, размечают на полу угольником или циркулем. В первом случае одну сторону угольника *1* (рис. 6, *а*) совмещают с основной осью *2*, а на другой стороне угольника откладывают необходимое расстояние *a* от основной оси до вспомогательной. Перемещая угольник вдоль основной осевой линии, отмечают две-три точки на расстоянии, равном *a*, и соединяют их, прочерчивая вспомогательную ось *3*. Во втором случае на основной монтажной оси *2* (рис. 6, *б*) циркулем из точки *c* откладывают отрезки *cm* и *cn* равной величины и отмечают точки *m* и *n*. В пересечении отрезков дуг, описанных циркулем из точек *m* и *n* получают точку *O*, которую соединяют с точкой *c*. Линия *Oc* перпендикулярна к монтажной осевой линии. Затем на другом конце основной монтажной осевой линии таким же способом получают вторую линию O_1d, перпендикулярную к основной монтажной осевой линии. На перпендикулярных линиях *Oc* и O_1d откладывают необходимое расстояние *a* и через полученные точки c_1d_1 проводят прямую вспомогательную линию *3*, параллельную основной монтажной осевой линии. Циркуль представляет собой строганый деревянный брусок *4* (см. рис. 6, *б*) с вбитыми на его концах гвоздями *5*. Разметку вспомогательных осевых линий на потолке и стенах (когда это необходимо) производят описанным способом.

В многоэтажном здании перенос основной монтажной оси на верхние этажи для получения вспомогательных осевых линий проводят

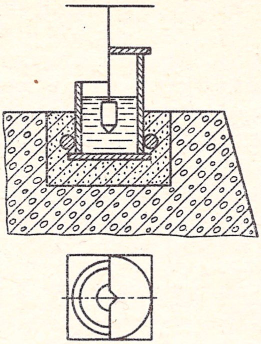


Рис. 7. Масляная ванна для гашения колебаний отвеса

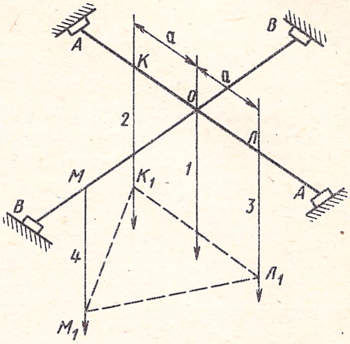


Рис. 8. Схема проверки перпендикулярности монтажных осей

с помощью отвесов. При этом нить отвеса должна слегка касаться проволоки, фиксирующей основную монтажную ось. Для гашения колебания отвеса рекомендуется помещать весок в масляную ванну (рис. 7). В помещениях с незаконченными полами предварительную разметку монтажных осевых линий осуществляют с помощью осевых линий строительной сетки, от которых откладывают расстояния, определяющие положение осей симметрии машины. Перпендикулярность осей симметрии контролируют следующим способом: из точки пересечения (рис. 8) осей симметрии *О* опускают отвес *1*. На оси *АА* из точек *К* и *Л* опускают отвесы *2* и *3* на равном расстоянии *a* от точки пересечения осевых линий *О*. Затем из некоторой точки *М* оси *ВВ* опускают отвес *4* и измеряют расстояния $К_1М_1$ и $М_1Л_1$. Если линии *АА* и *ВВ* взаимно перпендикулярны, то измеряемые расстояния между нитями отвесов $К_1М_1$ и $Л_1М_1$ должны быть равны между собой. Изменения положения осей достигают перемещением по скобе одного из концов линии *АА*. Расстояния *ОК* и *ОМ*, а также $К_1М_1$ и $Л_1М_1$, измеряют проверочной линейкой, выверенной по уровню.

Для перенесения монтажных осей на фундаменты пользуются отвесами. Эти линии фиксируют на фундаменте кернением точек на поверхности металлической марки (см. рис. 4, *а*).

УСТАНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТЫ

При установке оборудования на фундаменты необходимо руководствоваться «Инструкцией по установке технологического оборудования на фундаментах ВСН 361–76» и «Инструкцией по креплению технологического оборудования фундаментными болтами СН 471–75», проектами производства работ, монтажными чертежами, техническими условиями и инструкциями заводов-изготовителей.

В качестве опорных элементов при выверке оборудования применяют регулировочные винты, жесткие опоры, инвентарные домкраты,

установочные гайки фундаментных болтов, пакеты металлических прокладок.

Количество опорных элементов должно быть минимальным при соблюдении обеспечения устойчивого положения оборудования в процессе его установки на фундаментах, исключения недопустимых прогибов опорных частей под действием массы оборудования и усилий предварительной затяжки фундаментных болтов.

Установочная поверхность выверенного и предварительно закрепленного оборудования должна плотно прилегать к опорным элементам, а регулировочные винты – к опорным пластинам (плотность прилегания проверяют щупом толщиной 0,1 мм).

Суммарную грузоподъемность (кг) опорных элементов определяют из выражения

$$P = 2{,}0M,$$

где M – масса выверяемого оборудования, кг.

Минимальную допустимую площадь опирания (см^2) опорных элементов на фундаменты определяют из выражения

$$S = 0{,}015M + 6nF,$$

где n – количество предварительно затягиваемых фундаментных болтов; F – расчетная площадь сечения фундаментного болта. Ее выбирают по следующим данным:

Диаметр болта, мм	12	16	20	24	30	36	42	48
F, см^2	0,77	1,44	2,25	3,24	5,19	7,59	10,34	13,8

Оборудование колонного или башенного типа, требующее окончательного закрепления до снятия такелажных средств, следует выверять на жестких опорах или пакетах металлических подкладок, которые размещают у каждого фундаментного болта.

Перед установкой оборудования без промежуточных опорных элементов проводят контроль горизонтальности пола. Затем оборудование выверяют в плане и закрепляют.

Высотное положение оборудования проверяют относительно рабочих реперов по базам, которые выбирают для каждой машины в отдельности. Выбранная установочная база должна обеспечить минимальные отклонения от заданного положения машины. При определении высотного положения оборудования путем нивелирования за измерительные базы могут быть приняты плоскости разъема корпусов машин, расточки, наружные кольца подшипников качения, поверхности валов и т. д.

При установке нескольких сборочных единиц, связанных между собой взаимной привязкой, выбирают одну деталь или сборочную единицу как базовую, к которой последовательно присоединяют остальные сборочные единицы, являющиеся функциональными.

Способы установки оборудования (плит, рам, станин) на фундаменты. Установку оборудования на фундаменты, выведенные ниже проектной отметки осуществляют: с помощью регулировочных винтов (рис. 9);

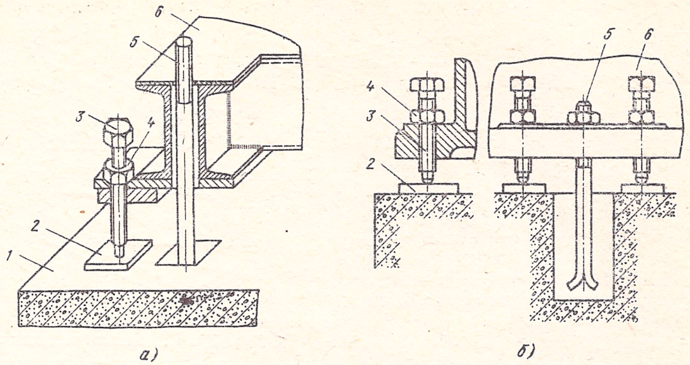


Рис. 9. Применение регулировочных винтов для установки сварных (*а*) и литых (*б*) конструкций:

1 — фундамент; *2* — подкладка; *3* — регулировочный винт; *4* — стопорная гайка; *5* — фундаментный болт; *6* — выверяемая конструкция

на установочных гайках (рис. 10); на наборных металлических подкладках (рис. 11); на клиновых подкладках (рис. 12); на регулируемых башмаках (рис. 13); на домкратах (рис. 14 и 15).

Установку оборудования на заранее выверенные под проектную отметку металлические детали производят с применением обработанных металлических подкладок (рис. 16); на обработанные регулируемые клиновые подкладки с последующей приваркой (см. рис. 12); на опорные плиты (рис. 17).

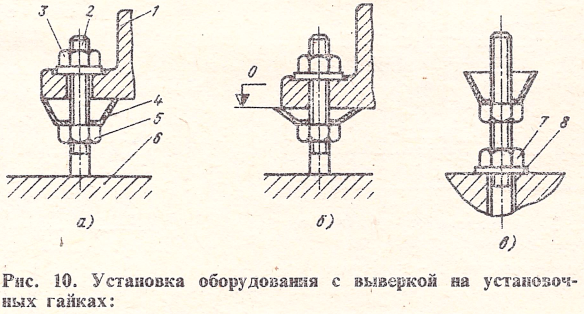


Рис. 10. Установка оборудования с выверкой на установочных гайках:

а — предварительная установка; *б* — регулирование положения оборудования; *в* — применение дополнительной гайки; *1* — опорная часть оборудования; *2* — фундаментный болт; *3* — крепежная гайка фундаментного болта; *4* — тарельчатая шайба; *5* — установочная гайка; *6* — фундамент; *7* — вспомогательная гайка; *8* — шайба

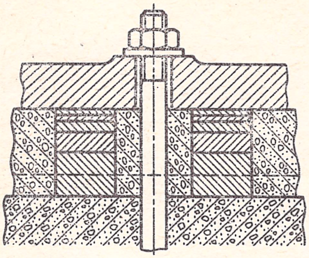


Рис. 11. Установка подкладок с двух сторон фундаментного болта

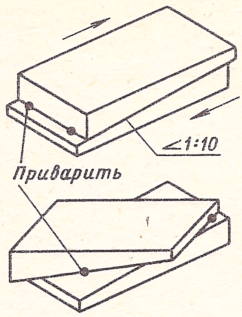


Рис. 12. Клиновые подкладки

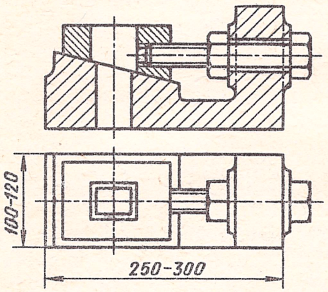


Рис. 13. Установочный башмак

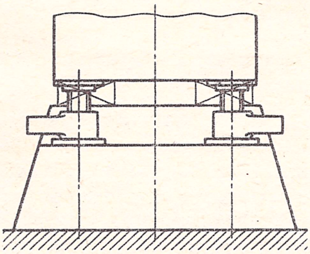


Рис. 14. Установка оборудования с помощью домкратов

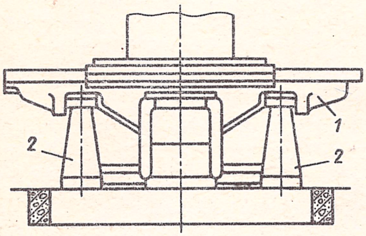


Рис. 15. Установка оборудования на тарельчатых винтовых домкратах:

1 – основание станка; *2* – домкраты

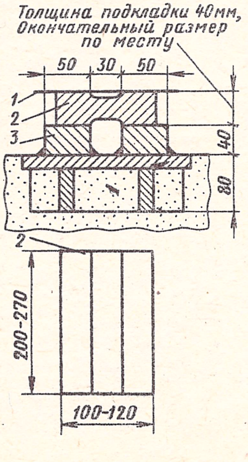


Рис. 16. Постоянные металлические подкладки для установки оснований:

1 – основание; *2* – постоянная подкладка; *3* – опорная плита

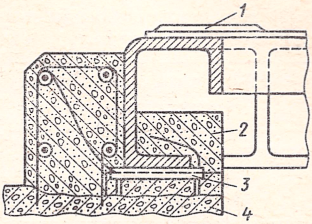


Рис. 17. Установка оснований на опорные плиты:

1 – рама; *2* – опорная плита; *3* – первичный бетон; *4* – подливка

Установка оснований с помощью регулировочных винтов. Опорные пластины (см. рис. 9) размещают на фундаментах в соответствии с расположением регулировочных винтов в опорной части оборудования. Места расположения опорных пластин на фундаментах выравнивают по горизонтали с отклонением не более 10 мм на 1 м. При опускании оборудования на фундаменты регулировочные винты должны выступать ниже установочной поверхности оборудования на одинаковую величину (10–30 мм). Положение оборудования по высоте и его горизонтальность (вертикальность) следует регулировать поочередно всеми отжимными винтами, не допуская в процессе установки отклонения оборудования от горизонтальности (вертикальности) более чем 3 мм на 1 м. После завершения установки положение регулировочных винтов необходимо фиксировать стопорными гайками. Перед подливкой резьбовую часть регулировочных винтов следует предохранить от соприкосновения с бетоном обертыванием их плотной бумагой.

Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов регулировочные винты должны быть вывернуты на 2–3 оборота. При повторном использовании винты выворачивают полностью. Оставшиеся отверстия (во избежание попадания масла и других разъедающих бетон веществ) заглушают резьбовыми пробками или цементным раствором, поверхность которого покрывают маслостойкой краско

Установка оборудования на установочных гайках (см. рис. 10, *а*, *б*). Для выверки оборудования с помощью установочных гаек на фундаментных болтах при необходимости нарезают дополнительную резьбу. Выверку оборудования производят на установочных гайках с помощью упругих элементов, непосредственно на установочных гайках. В качестве упругих опорных элементов рекомендуются металлические тарельчатые шайбы. Последовательность выверки оборудования с помощью тарельчатых шайб следующая: опорные гайки с тарельчатыми шайбами устанавливают так, чтобы верх тарельчатой шайбы был на 2–3 мм выше проектной отметки установочной базы оборудования, затем оборудование устанавливают на шайбы и проводят окончательную выверку оборудования, регулируя положение крепежных гаек.

Выверку оборудования на установочных гайках без упругих элементов следует производить, регулируя положение гаек на фундаментных болтах по высоте. По окончании выверки установочные гайки выгораживают опалубкой, которую удаляют после схватывания бетонной смеси (через 2–3 суток после подливки). Перед окончательной затяжкой фундаментных болтов установочные гайки опускают на 3–4 мм.

1. Металлические подкладки для установки оборудования

Масса машины, т	Размеры подкладок, мм	Материал
Более 100	250 × 120 × 80 250 × 120 × 60 250 × 120 × 4	Чугун
30 – 100	200 × 100 × 50 200 × 100 × 30	Чугун или сталь

Оставшиеся ниши заполняют составом, используемым для подливки. Этот способ выверки применим, если диаметр фундаментных болтов не превышает 36 мм.

При выверке на установочных гайках возможно закрепление оборудования самоанкерующимися болтами и дюбелями, при этом для их фиксации в фундаменте необходимо устанавливать дополнительные гайки с шайбами (см. рис. 10, *в*).

Установка оборудования на пакетах металлических подкладок. Пакеты металлических подкладок применяют для выверки, если конструкторской документацией не предусмотрены регулировочные винты и нет условий для использования тарельчатых шайб или инвентарных домкратов. Для установки подкладок (табл. 1) между нижней плоскостью основания и верхним уровнем фундамента оставляют просвет, предусмотренный проектом; величина просвета обычно составляет 20 – 60 мм и более (но не должна превышать 80 мм) в зависимости от размеров и конфигурации оснований машин.

Для точной установки оснований применяют подкладки толщиной 0,5; 1; 3 и 4 мм и фольгу толщиной 0,1–0,05 мм. Подкладки в пакетах должны быть плоскими без заусенцев, выпуклостей и впадин. Кроме плоских в состав пакета могут входить клиновые и другие регулируемые по высоте подкладки. Количество подкладок в пакете должно быть минимальным и не превышать пяти штук, включая и тонколистовые, применяемые для окончательной выверки. Как правило, подкладки устанавливают с двух сторон каждого анкерного болта (см. рис. 11), однако у машин, не испытывающих больших динамических нагрузок, их можно устанавливать с одной стороны анкерного болта. В тех случаях, когда расстояние между анкерными болтами значительно, а основание недостаточно жестко, подкладки устанавливают в промежутках между анкерными болтами, чтобы нагрузка на них была в пределах 2,5–4,0 МПа, а расстояние между ними устанавливают 300 – 800 мм в зависимости от размеров основания и подкладок.

Площадки для установки подкладок обрабатывают путем подрубки зубилом неровностей бетона и зачистки их металлическими плитками, проверяют нивелиром или гидростатическим уровнем положение их по высоте; разница отметок не должна превышать ± 5 мм. Затем для удаления пыли поверхность фундамента обдувают воздухом и промывают водой. На обработанных площадках подкладки выкладывают вначале по углам и под средней частью основания. Каждый уложенный пакет подкладок может иметь разницу по высоте не более 1 мм, затем на подкладки устанавливают оборудование и подводят фундаментные болты на свои места. Предварительную установку обо-

рудования по продольной и поперечной осям фундамента осуществляют в соответствии с проектом.

Проверку положения опорной части оборудования по осям проводят масштабной линейкой или рулеткой с миллиметровыми делениями. При этом измеряют расстояние между оборудованием (его осью) и монтажной осью (нитками отвесов).

Проверку положения оборудования или его базовой детали по высоте проводят относительно высотных реперов по заданным в проекте отметкам. Установленные опорные части оборудования проверяют по высоте микрометрическим нутромером. При проверке применяют контрольные линейки длиной 1000–4000 мм, устанавливая их на контролируемую плоскость так, чтобы свисающий конец линейки находился над репером (см. рис. 2).

По горизонтали опорные части оборудования выравнивают с помощью уровня с ценой деления 0,05–0,1 мм путем изменения толщины подкладок, добиваясь точности предварительной установки до 0,2–0,3 мм на 1000 мм. При предварительной установке опорной части оборудования для ускорения выверки иногда применяют клиновые подкладки (рис. 18), которые после установки фундаментных плит оставляют на месте. При окончательной установке добавляют необходимое количество наборных подкладок.

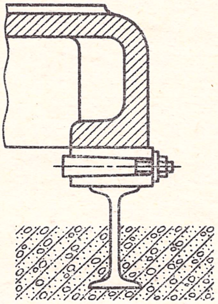


Рис. 18. Схема выверки оснований на регулируемых клиньях

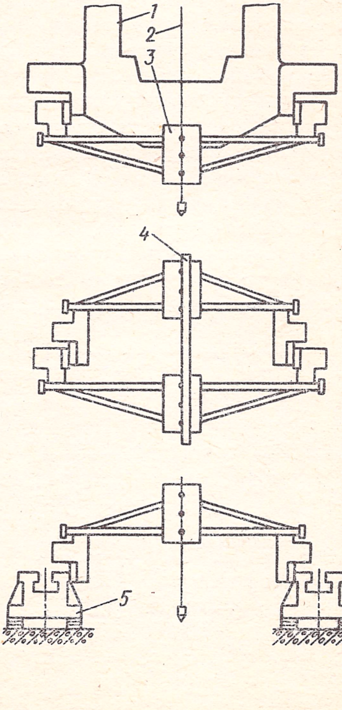


Рис. 19. Схема установки плитовин:
1 – станина рабочей клетки; *2* – осевая струна; *3* – регулируемый шаблон; *4* – линейка; *5* – плитовина

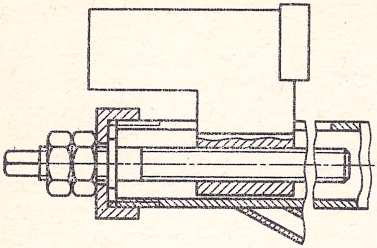


Рис. 20. Головка регулируемого шаблона

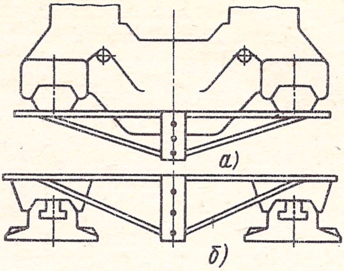


Рис. 21. Жесткие шаблоны:

а – шаблон; *б* – контрольный шаблон

Станины рабочих клетей прокатных станов устанавливают на плитовинах, для ускорения монтажа которых используют регулируемые шаблоны (рис. 19, 20), один из них используют как контрольный. В отдельных случаях можно применять жесткие шаблоны (рис. 21). При выверке плит такой шаблон ставят перпендикулярно к боковым поверхностям, не допуская его перекоса.

При изготовлении шаблона для плитовин с трапецеидальным сечением используют окно станины. Вертикальную ось окна станины наносят на пластину шаблона. При проверке вертикальная ось окна станины должна совпадать с кернением на пластине шаблона. По контрольному шаблону плитовины устанавливают с точностью до 0,11 мм. Станину клети следует сопрягать с плитовинами либо «врастяжку» (зазор на обоих внутренних скосах), либо «враспор» (зазор на обоих наружных скосах). Установка плитовин «свободно», т. е. с зазором на одном наружном и на одном внутреннем скосах, не допускается (рис. 22). Установленные и выверенные базовые детали прокатных станов должны быть закреплены фундаментными болтами и немедленно подлиты цементным раствором. Если между выверкой и подливкой проходит длительное время, то перед подливкой рекомендуется повторно проверить положение базовых деталей. Станины рабочих клетей устанавливают на плитовины после подливки последних. Прилегание сопрягаемых поверхностей станин и плитовин проверяют пробой на «краску».

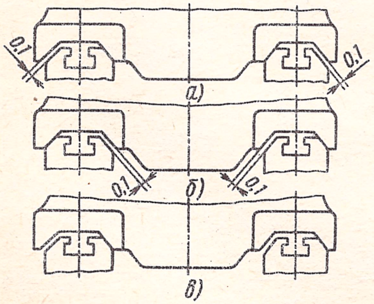


Рис. 22. Установка зазора между станиной и плитовинами:

а – в распор; *б* – в растяжку; *в* – недопустимое одностороннее распределение зазора

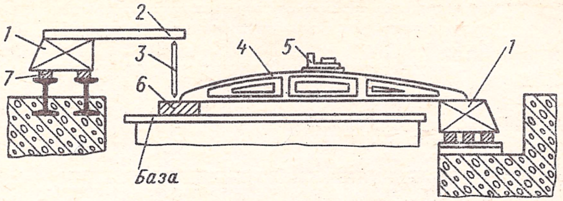


Рис. 23. Выверка оснований:

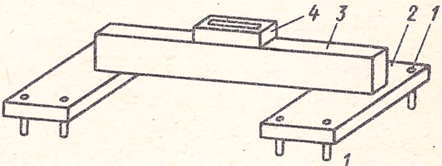
1 – фундаментные плиты; *2* – линейка; *3* – нутромер; *4* – линейка; *5* – уровень; *6* – дополнительная плита; *7* – подкладки

Металлорежущие станки для точных работ, имеющие большие станины, устанавливают на фундаменты непосредственно на установочных башмаках (см. рис. 13). Чтобы было возможно периодически регулировать положение станков, подливку станин цементным раствором не производят. Часто длинные станины подливают и крепят к фундаменту с одного конца или посредине станины, а остальную часть оставляют на регулируемых башмаках. Координатно-расточные станки устанавливают на тарельчатые винтовые домкраты (см. рис. 15) без последующей подливки станин.

Предварительную установку опорной части оборудования производят также с помощью реечных, винтовых и гидравлических домкратов. Когда машина имеет составную станину, то предварительную установку по уровню и осям производят для каждой части в отдельности, а высотное расположение частей станины друг относительно друга проверяют уровнем с помощью контрольной линейки соответствующей длины. Если смежные части расположены в различных по высоте горизонтальных плоскостях, то правильность их установки проверяют с помощью дополнительной плиты (рис. 23) с последующим измерением расстояния нутромером. Окончательно расстояния проверяют совместно с нижней частью машины после проверки соосности с другими узлами.

Установка опорных плит, заливаемых бетоном. Опорные плиты устанавливают на фундаменте следующими способами:

по высотной отметке в горизонтальной плоскости с помощью линейки уровня (рис. 24) выравни-



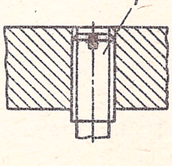
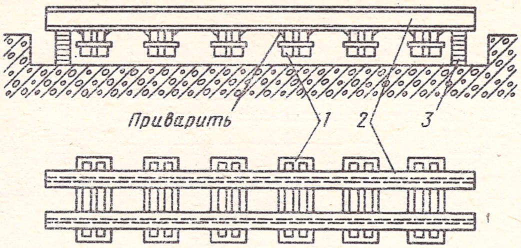


Рис. 24. Установка плит, заливаемых в бетон:

1 – опорная плита; *2* – линейка; *3* – уровень; *4* – шпилька



ис. 25. Установка опорных плит:

1 – опорные плиты; *2* – двутавровые балки; *3* – подкладки

вают нарезанными шпильками, ввернутыми по углам плиты; выверенные плиты заливают цементным раствором;

уложенные в гнезда фундамента плиты выверяют по уровню и электродуговой сваркой прихватывают к балкам; концы балок фиксируют на установленных на фундаменте опорах (рис. 25); освобожденные от плиток гнезда фундамента заполняют цементным раствором; затем плитки вдавливают в цементный раствор; после схватывания цементного раствора балки удаляют срубанием приварки.

Опорные плиты должны иметь простроганную поверхность.

Установка фундаментных плит на балочных каркасах или опорных плитах. В фундаментах с балочными каркасами или опорными плитами подкладки разделяются на временные и постоянные. Временные подкладки после центрирования агрегата заменяют постоянными (рис. 26). Верхние плоскости балочных каркасов до начала монтажа подвергают слесарной обработке в местах установки подкладок по всей ширине полки, а по длине балки на 30–40 мм больше соответствующего размера подкладки (рис. 27). Места под подкладки опиливают напильником, а затем шабрят по контрольной плите, получая до восьми пятен на 100 мм длины, проверяют по уровню. Для облегчения установки подкладок и их выемки при пригонке обработанного места поверхности должны иметь уклон в ту сторону, откуда подкладки сле-

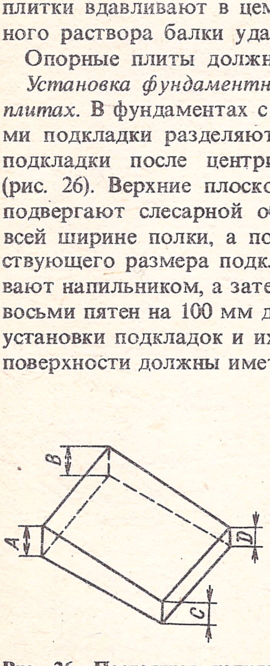


Рис. 26. Постоянная подкладка

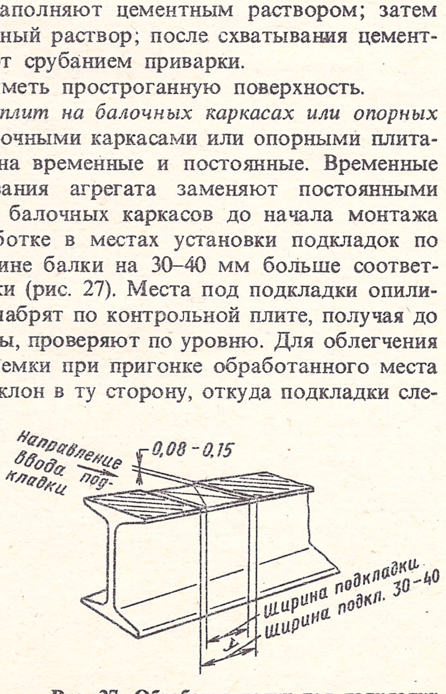


Рис. 27. Обработка полки под подкладку

дует вставлять под фундаментную плиту. Величина уклона должна быть в пределах 0,08–0,1 мм на 100 мм поперечного размера балки.

Временные подкладки заменяют постоянными после выверки корпусов машин по установочным базам и центрирования валов по полумуфтам. Временные подкладки выколачивают поочередно в местах установки постоянных подкладок, по углам их делают замеры с помощью рамок-шаблонов, нутромера или других приборов. Размеры снимают с точностью до сотых долей миллиметра. Постоянные подкладки обрабатывают на станке по размерам *A*, *B*, *C* и *D*, взятым с натуры (см. рис. 27), с припуском 0,03 мм для более точной подгонки вручную на месте. Причем сумма $A + D$ должна равняться сумме $B + C$.

Подкладки окончательно припиливают и пришабривают по месту. Как правило, у подкладки припиливают нижнюю плоскость, обращенную к балке каркаса, верхняя плоскость обычно прилегает к прострoганной плоскости основания плотно. Точность подгонки должна быть такой, чтобы площадь соприкосновения подкладки с балкой каркаса или опорной фундаментной плитой была не менее 3/4 площади подкладки. После установки каждой подкладки на место точность ее пригонки проверяют щупом. Пластинка щупа не должна проходить с краев подкладки глубже 8–10 мм.

После установки постоянных подкладок и проверки центрирования сборочных единиц оборудования, если это предусмотрено чертежом, сверлят отверстия в полках каркасов фундамента для болтов и контрольных штифтов.

Примером установки оборудования на фундаменты является установка роликовых конвейеров для транспортирования прокатываемого металла. Общая длина таких конвейеров бывает весьма значительной, а общая масса достигает иногда 40–50% массы всего механического оборудования прокатного стана. По конструкции роликовые конвейеры бывают с групповым приводом, с индивидуальным приводом, с холостыми роликами. При групповом приводе ролики одной секции конвейера приводятся в движение от одного электродвигателя через зубчатую передачу и трансмиссионный вал (рис. 28). Каждый ролик данной секции может иметь индивидуальный привод от отдельного электродвигателя (рис. 29). Роликовые конвейеры с холостыми роликами применяют в качестве транспортных и устанавливают с небольшим уклоном к горизонтали. Монтаж конвейеров с групповым приводом начинают с установки рам и плит. Установку рам вдоль главной оси проверяют струной с использованием универсальных измерительных инструментов и шаблонов. Во избежание накопления отклонений высотной отметки отдельные секции роликового конвейера в вертикальной плоскости необходимо выверять так, чтобы направление уклонов смежных секций чередовалось (рис. 30).

В роликовых конвейерах со стыкуемыми рамами отклонения соседних точек в стыке не должны превышать 0,5 мм. Рекомендуется проверять высотные отметки через каждые 10 м длины конвейера, используя геодезические инструменты. Оси роликов располагают перпендикуляр-

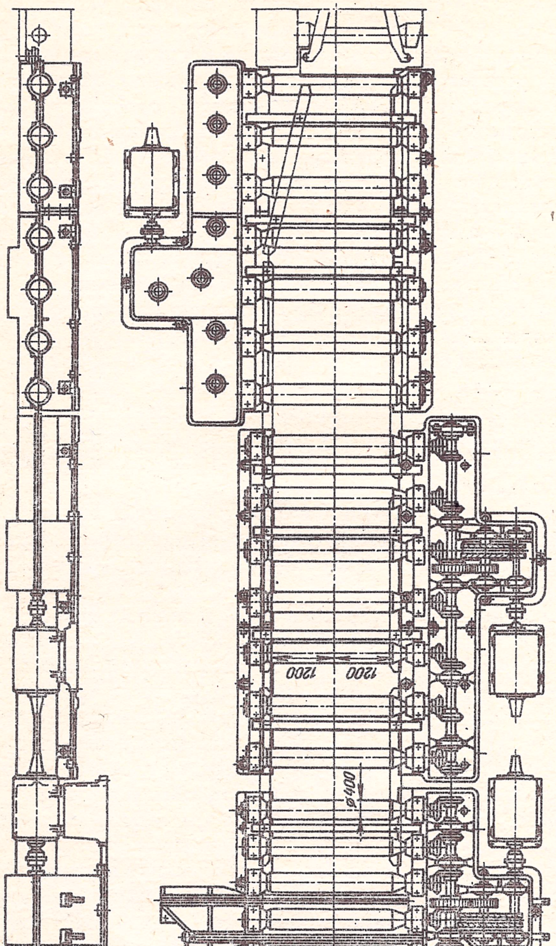


Рис. 28. Рабочий роликовой конвейер блюминга «1000»

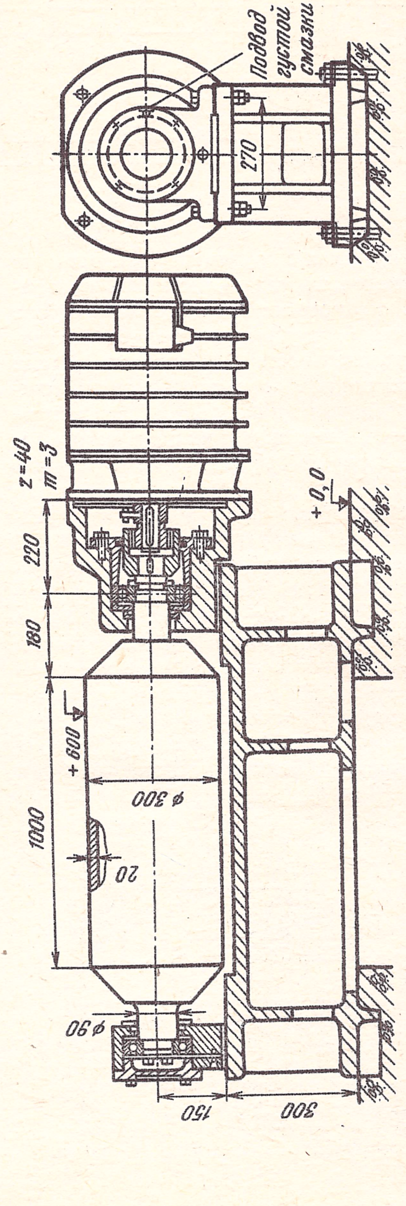


Рис. 29. Ролик роликового конвейера с индивидуальным электродвигателем

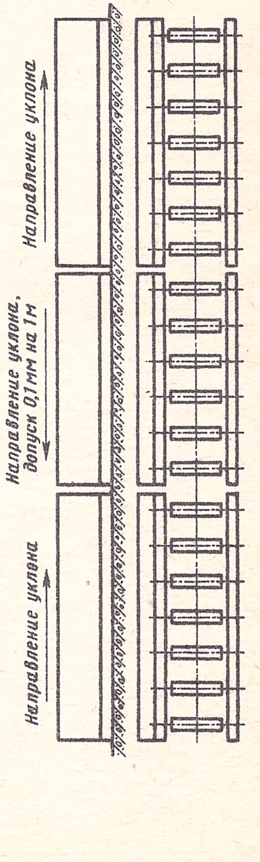


Рис. 30. Установка секций рам роликовых конвейеров

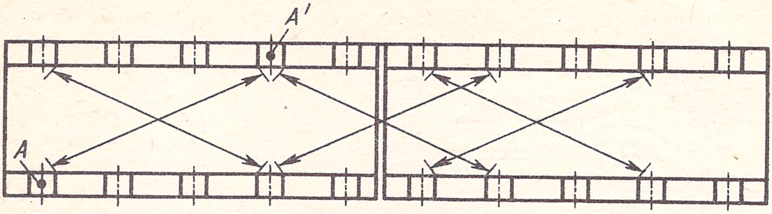


Рис. 31. Проверка параллельности осей роликов рольгангов с групповым приводом

но к главной оси конвейера. В конвейерах с групповым приводом по зацеплению конической зубчатой передачи можно проверить положение оси ролика при условии, что ось трансмиссионного вала строго параллельна главной оси конвейера. В конструкциях роликовых конвейеров с групповым приводом параллельность осей роликов, а также правильность стыков отдельных секций рам проверяют путем измерения диагоналей (рис. 31). Если торец рамы или корпуса передачи не обработан, угол четко не обозначен, измерение проводят между условными точками *A* и *A'*, отстоящими от оси рольганга на равных расстояниях.

В роликовых конвейерах с индивидуальным приводом ролики кинематически между собой не связаны. Их следует установить каждый в отдельности, пользуясь разметкой поперечной оси. На рис. 32, *а* показана выверка ролика с помощью шаблона, накладываемого на цилиндрические поверхности (бочки) роликов. При снятых роликах рамы устанавливают с помощью шаблона, накладываемого в расточки для подшипников (рис. 32, *б*). Перпендикулярность осей роликов к оси роликового конвейера проверяют с помощью струны и рейсмуса (рис. 33). Для получения необходимой точности струну следует навесить на 10–15 мм выше поверхности ролика. Параллельность осей рекомендуется проверять через каждые 5–10 роликов (относительно оси первого контрольного ролика).

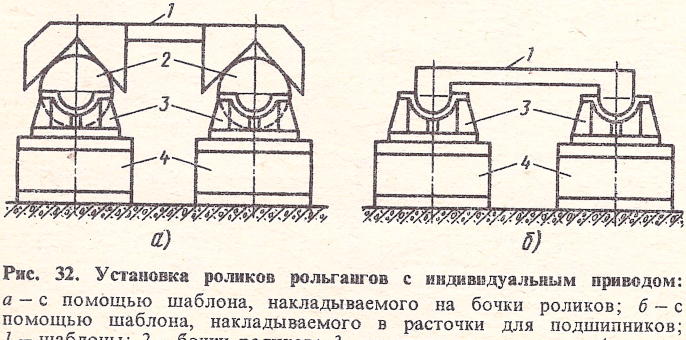


Рис. 32. Установка роликов рольгангов с индивидуальным приводом:
а – с помощью шаблона, накладываемого на бочки роликов; *б* – с помощью шаблона, накладываемого в расточки для подшипников; *1* – шаблоны; *2* – бочки роликов; *3* – корпусы подшипников; *4* – рамы

Выверка технологического оборудования с помощью оптических приборов. Такие методы, снижающие трудоемкость и повышающие качество монтажных работ, используют при установке реперов, пакетов подкладок, при проверке высотного положения монтируемого оборудования и соосности узлов машины. На рис. 34 показана схема установки многоопорной трансмиссии реечного механизма холодильника прокатного стана «350», где соосность валов проверяют последовательно в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Методом нивелирования по наружным кольцам подшипников (по валу) проверяют положение трансмиссии относительно горизонтальной плоскости, оптическим методом прямого визирования с помощью микрометрической марки – соосность валов в вертикальной плоскости. При контроле роликовых подшипниковых опор применен оптический метод авторефлекции с использованием теодолита с насадкой и приспособления с зеркалом. Совокупность этих методов создает единую технологию выверки многоопорных трансмиссий большой протяженности.

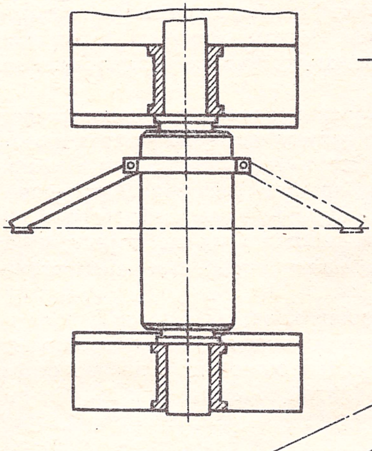


Рис. 33. Схема проверки перпендикулярности оси ролика к оси рольганга

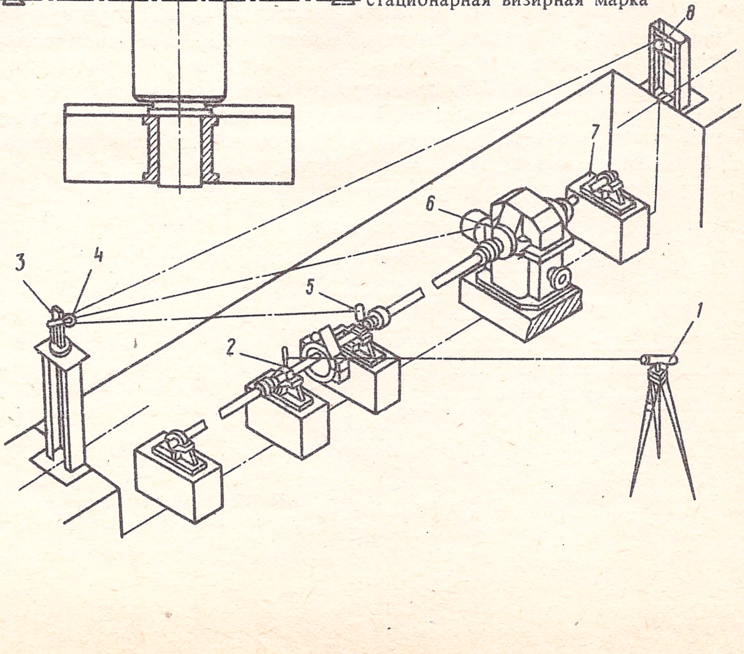


Рис. 34. Схема выверки многоопорной трансмиссии:

1 – прецизионный нивелир; *2* – малогабаритная шкаловая рейка; *3* – теодолит; *4* – марка-насадка; *5* – зеркало на призме; *6* – передвижная микрометрическая марка; *7* – трансмиссия; *8* – стационарная визирная марка

Выверка технологического оборудования с помощью лазерных приборов. Для сокращения сроков выполнения монтажных работ применяют новые методы выверки оборудования. Наиболее целесообразно и эффективно использование лазерных приборов и унифицированных автоматических систем. Для выверки технологического оборудования целесообразно иметь два вида лазерных приборов (исследования ВНИИмонтажспецстроя): прецизионные, обеспечивающие точность в пределах 0,01–0,1 мм/м, и ординарные, обеспечивающие точность 0,11 мм/м и грубее.

Ординарные приборы могут иметь визуальную фиксацию положения луча, а их привязка к геодезическим знакам, нанесенной на оборудование разметке или к элементам самого оборудования может проводиться с использованием обычных контрольно-измерительных средств (линеек, угольников, отвесов).

ПРОВЕРКА СООСНОСТИ МАШИН (ЦЕНТРИРОВАНИЕ)

Для передачи вращательного движения в машинах и технологических линиях обычно применяют муфты, полумуфты которых предварительно насаживают на концы валов. Поэтому соосность валов проверяют по полумуфтам, а в случае их отсутствия – непосредственно по поверхности концов валов.

Валы могут иметь угловое отклонение, продольное и поперечное смещение (рис. 35). При проверке по полумуфтам валы устанавливают так, чтобы торцовые плоскости полумуфт были параллельны и расположены концентрично. Для этого необходимы совпадение образующих цилиндрических поверхностей обеих полумуфт и равенство зазоров между их торцами в любом положении. Зазоры по окружности полумуфт принято называть радиальными, а между торцовыми плоскостями полумуфт – осевыми.

Для проверки соосности в зависимости от конструкции муфт применяют различные приспособления. Концентричность обычно проверяют щупом по зазорам между скобой, установленной на одной половине муфты и образующей поверхностью другой половины (рис. 36). Зазоры между торцовыми плоскостями полумуфт измеряют щупом в четырех

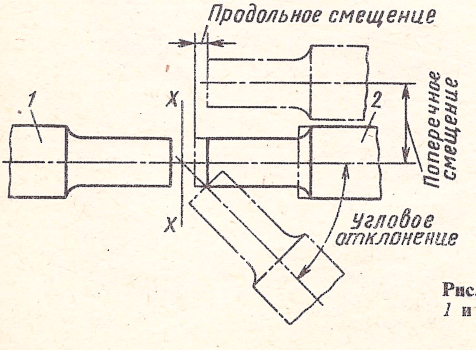
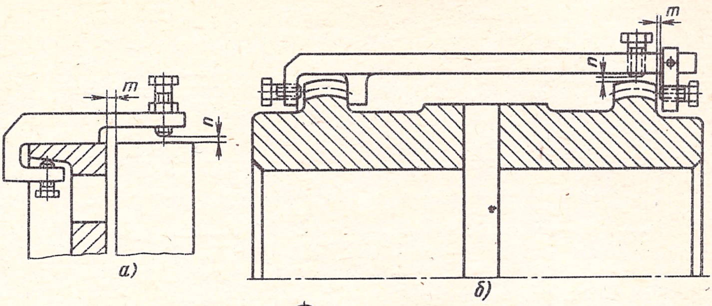


Рис. 35. Схема отклонения валов; *1* **и** *2* **– валы**



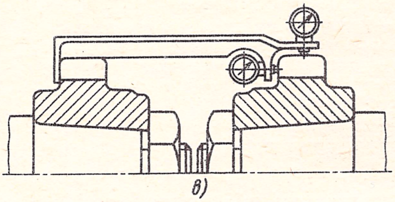


Рис. 36. Приспособления для центрирования муфт:
а — кулачковых; *б* — зубчатых; *в* — с индикаторами

противоположных точках по окружности. Зубчатые муфты, у которых торцы удалены один от другого, проверяют с помощью индикаторов, укрепленных на одной из полумуфт (рис. 36, *в*). Подъемом или сдвигом подшипников или корпусов машин достигают соосности расположения полумуфт.

Запись проверки соосности ведут по форме, показанной на рис. 37. При этом замеры по окружности проставляют во внешних прямоугольниках, а замеры по торцу — во внутренних. Для проверки валы устанавливают в начальное положение, которое принимают за нулевое, а затем оба вала поворачивают от первоначального положения на 90, 180 и 270° по направлению вращения и замеряют при каждом их положении зазоры n и m, снимая в каждом положении валов по одному замеру n_1 или n_2 (и т. д.) по окружности и по четыре замера по торцам полумуфт в диаметрально противоположных местах (m_1, m_2, m_3, m_4).

При правильных замерах должны быть следующие равенства:

$$n_1 + n_2 = n_3 + n_4 \text{ и } m_1 + m_2 = m_3 + m_4.$$

Замеры по торцам полумуфт подсчитывают как средние арифметические, т. е.

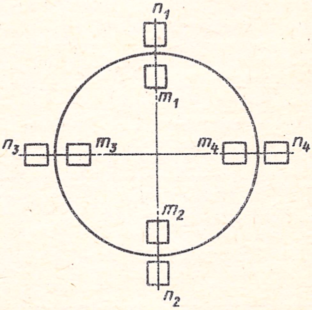


Рис. 37. Схема записи показаний при центрировании осей по полумуфтам

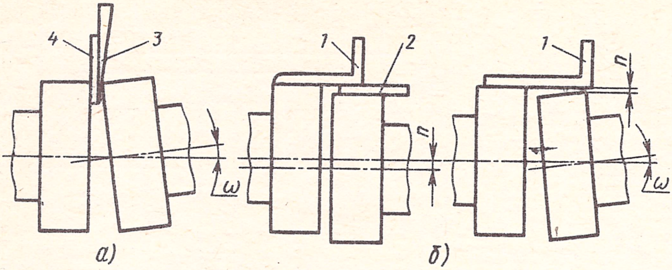


Рис. 38. Центрирование полумуфт:

а — замеры зазора по торцу; *б* — контроль радиальных смещений; *1* — угольник; *2* — щуп; *3* — клиновой щуп; *4* — плоскопараллельная плита; *n* — радиальный зазор; ω — угол поворота оси вала

$$\frac{m_1^{I} + m_1^{II} + m_1^{III} + m_1^{IV}}{4}; \quad \frac{m_2^{I} + m_2^{II} + m_2^{III} + m_2^{IV}}{4} \quad \text{и т. д.}$$

По замерам n_1, n_2, n_3 и n_4 и средним арифметическим значениям замеров m_1, m_2, m_3 и m_4 определяют положение валов и необходимые перемещения подшипников или корпусов машин.

Для машин с небольшой частотой вращения, а также для предварительной проверки соосности валов в быстроходных машинах замеры

2. Допустимые отклонения центрирования валов для машин ротационного типа

Муфта	По торцу полумуфт, мм, не более, на диаметр 400 мм	По окружности полумуфт, мм, не более
Жесткая	0,02	0,03
Полужесткая	0,04	0,04
Упругая	0,05	0,1

3. Допустимые отклонения центрирования роторов турбин по полумуфтам

Расположение роторов	Муфта	По торцу полумуфт, мм		По окружности полумуфт, мм
		по вертикали	по горизонтали	
Два ротора на четырех подшипниках	Упругая Полужесткая Жесткая	+0,05 +0,05 +0,04	±0,04 ±0,03 ±0,02	±0,08 ±0,06 ±0,03
Два ротора на трех подшипниках	Жесткая	От −0,1 до −0,5 в зависимости от массы ротора	±0,02	±0,02

по торцу полумуфт можно выполнять щупами и плоскопараллельными плитками (рис. 38, *а*) или клиновым щупом, а замеры по окружности при одинаковых диаметрах полумуфт – угольником и щупом (рис. 38, *б*). Допустимые отклонения центрирования валов для машин ротационного типа приведены в табл. 2, для роторов турбин – в табл. 3.

ПРОВЕРКА ОБОРУДОВАНИЯ ПО НОРМАМ ТОЧНОСТИ

Металлорежущие станки, кузнечно-прессовое и другое оборудование, поступившее на монтажную площадку в демонтированном виде, после монтажа проверяют по нормам точности, указанным в технических условиях или в соответствующем ГОСТе. В табл. 4 приведены данные о точности установки некоторых видов оборудования на фундаменте, которые могут быть использованы при отсутствии таких в проекте.

При проверке станков с помощью приспособлений и приборов, а также промером обработанных образцов изделий определяют точность их изготовления, взаимного расположения, перемещения и соотношения движений рабочих органов, несущих заготовку и инструмент. Перед проверкой станки устанавливают горизонтально по уровню в соответствии с установочным чертежом. Уровень устанавливают согласно указаниям завода-изготовителя (акт технических испытаний). Если точность выверки станка по уровню в соответствующем стандарте не указана, то определяемое по уровню отклонение не должно превышать 0,04 мм на 1 м длины. Во время проверки станков (без резания) отдельные узлы и элементы станка приводят в движение от руки, а при отсутствии ручного привода используют механический привод на наименьшей скорости.

Длины мостиков, применяемых для проверки направляющих, не должны быть больше длины рабочих частей станка, перемещаемых по этим направляющим. Размеры контрольных частей оправок выбирают по табл. 5. Оправки изготовляют с предохранительными конусами;

4. Точность установки некоторых видов оборудования на фундаменте на 1000 мм длины

Оборудование	Точность установки, мм	
	вдоль базовой плоскости (вдоль вала)	поперек базовой плоскости (поперек вала)
Металлорежущие станки	0,02 – 0,04	0,03 – 0,05
Двигатели внутреннего сгорания и паровые машины	0,1 – 0,15	0,2 – 0,3
Локомобили	0,1	0,2
Редукторы	0,03 – 0,15	0,08 – 0,15
Дробильно-размольное оборудование	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3
Подъемные лебедки	0,25 – 0,3	0,5
Прессы	0,08 – 0,1	0,08 – 0,1
Прокатные станы (для отдельных узлов)	0,1 – 0,2	0,1 – 0,2

5. Рекомендуемые размеры контрольных оправок, мм

Длина контрольной части оправки	Диаметр		Длина контрольной части оправки	Диаметр	
	консольной оправки	центральной оправки		консольной оправки	центровой оправки
150	$D = 25$		500	$d = 50$	–
300	$D = 40$		1000	–	1) $D = 100$ и $d = 60$; 2) $D = 120$
500	1) $D = 60$ 2) $D = 80$ и	–			

Примечание. D и d – наружный и внутренний диаметры.

центральные отверстия шлифуют. Поверхностная твердость оправки должна быть не ниже *HRC* 52, шероховатость поверхности контрольной части не должна превышать *Ra* 0,32 мкм.

Контрольные линейки с параллельными сторонами длиной более 500 мм (для вертикальных промеров) устанавливают на две калиброванные плитки одинаковой высоты. Расстояние между плиткой и концом линейки берут равным приблизительно 2/9 длины линейки.

Средства измерения, применяемые для проверки точности станков, должны быть аттестованы в установленном порядке и иметь соответствующий паспорт.

Прокатное оборудование по точности установки условно разделяют на следующие три группы (табл. 6).

I группа – машины, точность установки которых существенно влияет на точность и качество готовой продукции. К ним относятся рабочие

6. Допустимые отклонения при установке прокатного оборудования

Отклонение	Допускаемые отклонения, мм, по группам машин		
	I	II	III
Высотной отметки при установке:			
по реперу	±0,5	±1	±1,5
по ранее смонтированной машине	±0,25	±0,5	±1
между двумя ранее смонтированными машинами	±1	±1,5	±2,5
Параллельное смещение при установке:			
по главной оси	±1	±2	±5
по ранее смонтированной машине	±1	±2	±5
По вертикали и горизонтали для одной поверхности (мм на 1 м длины)	±0,1	±0,1	±0,2

линии прокатных станов (рабочие и шестеренные клети); рабочие роликовые конвейеры; манипуляторы с кантователями; качающиеся столы; транспортные рольганги с индивидуальным приводом, ролики которых имеют фигурные направляющие; ножницы и пилы (маятниковые, салазковые, летучие); разматыватели; правильные машины; прессы; механизмы приводов к холодильникам, шлепперам, транспортным и другим машинам.

II группа – машины, точность установки которых не влияет существенно на точность и качество продукции: транспортные роликовые конвейеры с групповым приводом; транспортные роликовые конвейеры с индивидуальным приводом и цилиндрическими роликами; толкатели; основания механизированных холодильников и стеллажей; механизированные упоры.

III группа – отдельно стоящие машины; стационарные упоры; стойки и рамы немеханизированных стеллажей и холодильников; амортизаторы; карманы.

Последовательность монтажа машин прокатного стана установлена технологическим процессом, который является неотъемлемой частью проекта производства работ. При монтаже машин, поступивших в виде отдельных сборочных единиц и деталей, устанавливают плитовины, рамы, станины на фундамент и параллельно подготовляют и собирают сборочные единицы, чтобы затем вести монтаж крупными комплексами. В проектах производства работ предусматривают, как правило, наиболее производительный параллельный монтаж, при котором установку машин, располагаемых в линии, ведут одновременно в нескольких местах, руководствуясь проверенными высотными реперами и осевыми плашками на фундаментах. При этом машины разбивают на группы, чтобы промежуточным звеном между ними был агрегат, допускающий относительно меньшую точность установки, чем основные технологические машины.

Осевое положение машины выверяют следующим образом: на колоннах здания или других неподвижных конструкциях в соответствии с геодезическим обоснованием отмечают монтажную ось (обычно ось прокатки), от которой разбивают все продольные и поперечные оси устанавливаемых машин или сборочных единиц, связанных одной технологической линией.

Различают два способа выверки оборудования: по реперу или монтажной оси и по уже установленной машине. В первом случае оборудование устанавливают по выбранной базе и реперу с помощью микрометрического или жесткого нутромера, специально изготовленного для данного замера. При этом применяют поверочные линейки длиной 1–4 м (в зависимости от габаритных размеров оборудования), брусковый или рамный уровень с ценой деления 0,08–0,2 мм на 1 м. Разность высотных отметок контролируемой поверхности и репера не должна превышать 1500 мм. Во втором случае при установке оборудования между двумя уже смонтированными машинами накопленную ошибку по высоте между двумя встречными линиями монтажа обору-

дования следует уменьшать. Для этого последнюю машину устанавливают так, чтобы отклонения от проектной отметки монтируемой и ранее смонтированной машины были обратны по знаку и, если необходимо, с уклоном (в пределах допуска) в сторону завышенной машины.

В монтажных организациях применяют формуляры, разрабатываемые на установку технологического оборудования. В формулярах предусмотрены порядок и способы выверки оборудования; места замеров и необходимый для этого инструмент и приспособления; предельные величины допустимых отклонений привязочных размеров от главных монтажных осей и высотных отметок; допустимые отклонения на сопряжение деталей и сборочных единиц монтируемых машин и механизмов.

КРЕПЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ФУНДАМЕНТАХ

Предварительное закрепление оборудования в проектном положении на время подливки следует производить с помощью стандартных гаечных ключей без надставок, затягивая гайки фундаментных болтов, расположенных вблизи опорных элементов. При предварительной затяжке фундаментных болтов оборудования, которое устанавливают с помощью регулировочных винтов, сила на ключе не должна превышать 100 Н. При выверке оборудования с помощью упругих элементов процесс предварительной затяжки совмещают с выверкой. Окончательную затяжку фундаментных болтов следует осуществлять равномерно в два-три обхода (при отсутствии специальных указаний в технической документации). Крутящие моменты приведены в табл. 7. Вначале затягивают болты, располагающиеся на осях симметрии опорной части, затем переходят к более удаленным от оси симметрии болтам.

Оборудование, фундаментные болты которого устанавливают в колодцах, должно проходить предварительную выверку по высоте и в плане. После этого колодцы заливают мелкозернистым бетоном марки не ниже 200 (до уровня на 100–150 мм ниже поверхности фунда-

7. Крутящие моменты для затяжки фундаментных болтов

Диаметр резьбы болта, мм	Крутящий момент, Н · м	Диаметр резьбы болта, мм	Крутящий момент, Н · м
10	8 – 12	48	1100 – 2300
12	12 – 24	56	2200 – 3700
16	30 – 60	64	4000 – 6000
20	50 – 100	72 × 6	5000 – 8600
24	130 – 250	90 × 6	8000 – 12000
30	300 – 550	100 × 6	12000 – 16800
36	600 – 950	110 × 6	25000 – 32500
42	1000 – 1500		

ментов). Окончательную выверку и предварительное закрепление производят не ранее, чем через семь суток после заливки колодцев.

После выверки и закрепления составляют акт о соответствии установки оборудования требованиям технической документации. Акт подписывают представители монтажной организации и заказчика. Результаты проверки вносят в установочные формуляры.

После опробования оборудования под нагрузкой необходимо проверить затяжку фундаментных болтов.

При закреплении оборудования самоанкерующимися болтами или дюбелями разметку отверстий в фундаментах следует производить в строгом соответствии с размерами на чертежах (см. Рекомендации по применению самоанкерующихся болтов и дюбелей для крепления оборудования к фундаменту, М: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1974).

РИХТОВКА СТАНИН И КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Коробление корпусных деталей и станин устраняют при помощи фундаментных (частично отжимных) болтов, подкладок и клиньев. Прямолинейность верхней обработанной поверхности станин проверяют контрольной линейкой, уровнем и щупом. Зазоры между нижней плоскостью линейки и поверхностью станины проверяют щупом. До начала рихтовки предварительно проверяют правильность установки корпусных деталей, станин и заливку фундаментных болтов (без анкерных плит) – на уровне с верхней поверхностью фундамента, без подливки самих оснований. После затвердевания смеси или раствора приступают к окончательной рихтовке и выверке основания.

ПОДЛИВКА БЕТОННОЙ СМЕСЬЮ ИЛИ ЦЕМЕНТНЫМ РАСТВОРОМ

После установки и окончательной проверки оборудования, но не позднее чем через 48 ч после сдачи его под подливку, поверхность фундамента, на которую подливают бетонную смесь или цементный раствор, очищают от масла и грязи, насекают, обдувают сжатым воздухом и промывают горячей водой. До заливки по периметру плиты устанавливают опалубку из досок на расстоянии 100–150 мм от края фундаментной плиты и по высоте на 20–30 мм выше нормального уровня фундамента. Опалубка не должна иметь щелей. Все трубопроводы, соприкасающиеся с опалубкой, обертывают толем так, чтобы после заливки оснований образовались зазоры, достаточные для свободного перемещения труб при расширении.

Колодцы фундаментных болтов заливают бетонной смесью или цементным раствором в соответствии с проектом, в случае отсутствия указаний, рекомендуется использовать бетонные смеси и цементные растворы, приведенные в табл. 8.

Толщина слоя подливки должна быть 50–80 мм. При наличии на установочной поверхности оборудования выступающих вниз ребер

8. Приблизительный расход материалов на изготовление 1 м³ бетонной смеси для подливки, кг

Материал	Для бетонной смеси на щебне	Для бетонной смеси на гравии	Для цементно-песчаного раствора
Цемент	325	275	400
Песок	770	635	1800
Щебень	1140	—	—
Гравий	—	1345	—
Вода	178	151	176
СДБ	0,2*	0,2*	0,2*
СНВ	0,01*	0,01*	0,01*

* Количество пластифицирующих добавок СДБ и СНВ приведено в % от массы цемента.

Примечание. Приведенные составы бетонных смесей и растворов корректируют на месте в зависимости от вида и тонкости помола цемента, гранулометрического состава и влажности заполнителей.

жесткости под ними тоже должен быть обеспечен зазор для подливки. Подливать оборудование при температуре окружающей среды воздуха ниже +5 °С без подогрева слоя подливки (электроподогрев, пропаривание т. п.) не рекомендуется.

Бетонную смесь или раствор подают через отверстия в опорной части или с одной стороны подливаемой детали до тех пор, пока с противоположной стороны раствор не достигнет уровня, на 20–30 мм превышающего высоту основной части подливки. Подачу смеси или раствора следует производить непрерывно. Уровень раствора со сто-

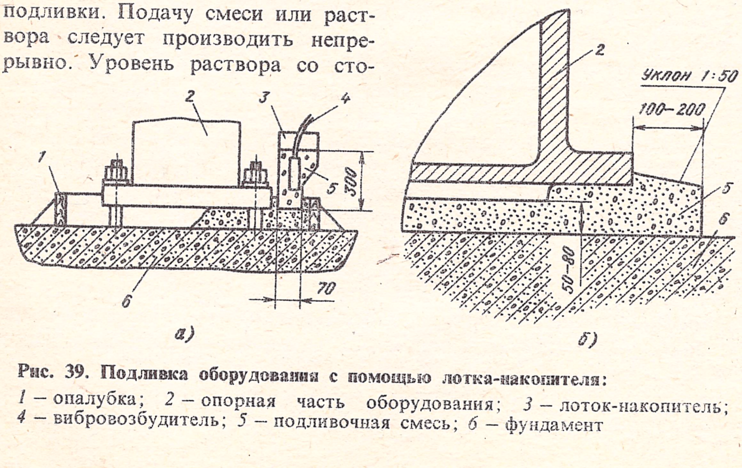


Рис. 39. Подливка оборудования с помощью лотка-накопителя:

1 – опалубка; *2* – опорная часть оборудования; *3* – лоток-накопитель; *4* – вибровозбудитель; *5* – подливочная смесь; *6* – фундамент

роны подачи должен превышать уровень подливаемой поверхности оборудования не менее чем на 100 мм. Подачу бетонной смеси или раствора рекомендуется осуществлять вибрированием с применением лотка-накопителя, причем вибратор не должен касаться опорных частей оборудования. При ширине подливаемого пространства более 1300 мм установка лотка-накопителя обязательна (рис. 39). Длина лотка должна быть равна длине подливаемого пространства. Опирание лотка на подливаемое оборудование не допускается. Для подливки рекомендуется использовать вибровозбудители с гибким валом марок ИВ-47, ИВ-65, ИВ-55, ИВ-56, ИВ-60, ИВ-34, С-697, С-698, С-700 и др.

Уровень бетонной смеси при подливке с лотком должен быть выше опорной поверхности оборудования приблизительно на 300 мм, его следует поддерживать постоянным. Расстояние от опорной части оборудования до края слоя подливки (рис. 39, *б*) должно составлять 100–200 мм (не менее удвоенной высоты слоя подливки). Высота лежащего вне опорной детали слоя подливки должна на 20–30 мм превышать высоту основной части подливки.

МОНТАЖ И НАЛАДКА СМАЗОЧНЫХ СИСТЕМ С ЖИДКИМ СМАЗОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ

Установку смазочных систем с жидким смазочным материалом рекомендуется начинать с монтажа станций, расположенных обычно в подвалах. По мере готовности траншей приступают к монтажу смазочных линий. Разводку труб к оборудованию производят после установки машин на фундаменты. Смазочные емкости, насосы, маслоохладители и фильтры устанавливают в соответствии с чертежами. Одновременно с заготовкой, гибкой труб и свариванием патрубков и фланцев предварительно собирают смазочные линии станции, после чего их маркируют, затем разбирают и подвергают травлению.

Смазочные линии устанавливают на подвесках или опорах с уклоном по чертежу. Соединяемые концы труб, а также вырезы под отводы тщательно пригоняют. Прямые участки линии, соединяемые встык и протравленные, оставляют на подвесках или опорах, а остальную часть смазочной линии маркируют, разбирают и подвергают травлению. Вновь смонтированную циркуляционную смазочную систему проверяют на герметичность нагнетанием сжатого воздуха под давлением 0,5 МПа. В системе также проверяют качество промывания и степень заполнения маслом. Все подлежащие проверке швы, фланцевые и резьбовые соединения покрывают мыльным раствором. Образование мыльных пузырей свидетельствует о неплотности соединений. Места обнаруженных дефектов отмечают мелом.

Смазочную систему промывают в три этапа: сначала промывают смазочный бак и всасывающую линию; далее промывают всю систему без оборудования (на концы напорных линий надевают шланги, которые соединяют со сливными линиями); затем промывают всю систему с оборудованием. На первом этапе для промывания используют керосин, а на втором и третьем этапах – смесь, состоящую из 50%

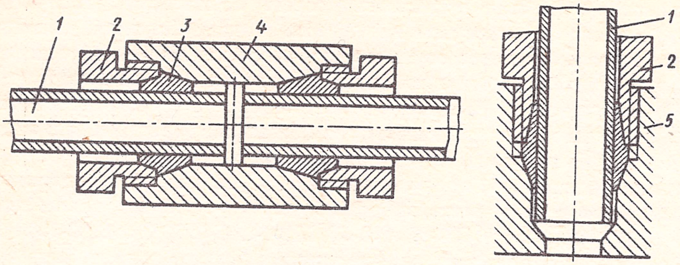


Рис. 40. Безрезьбовое соединение труб:

1 – труба; *2* – зажимная втулка; *3* – уплотнитель; *4* – муфта; *5* – корпус узла трения

керосина и 50% масла индустриального ИС-20. Промывание продолжают до тех пор, пока смесь не будет выходить из системы чистой, без грязи и осадков. После промывания систему заполняют маслом (под давлением) до момента, пока оно не начнет выходить из отверстий концов смазочных линий непосредственно в местах присоединения. Затем линии присоединяют к точкам подвода.

Смазочные линии, по которым смазочный материал подводится к питателям и узлам трения, присоединяют к ним с помощью зажимной втулки и уплотнителя из латуни или алюминия (рис. 40) или на конической резьбе по ГОСТ 6111–52. Линии централизованных систем с пластичным смазочным материалом изготовляют из стальных бесшовных труб. Диаметры труб выбирают в зависимости от их длины. Смазочные линии крепят скобами, которые при предварительном монтаже приваривают основанием к корпусу машины. К подвижным механизмам или сборочным единицам смазочный материал подводят гибкими шлангами, присоединяя их к автоматическим питателям при помощи наконечников (3/8″), показанных на рис. 41, а питатели соединяют с точками подвода смазочного материала шлангами с наконечниками 1/4″ (рис. 42). Все смазочные линии монтируют по месту. Вначале проводят предварительную сборку, в процессе которой линии

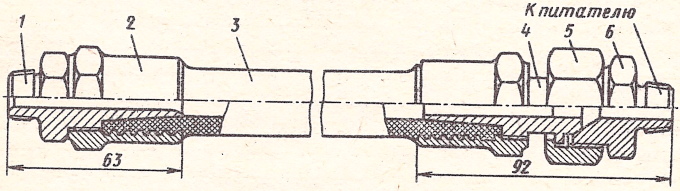


Рис. 41. Шланг для соединения питателя и смазочной линии:

1 и *6* – цапковые ниппели с конусом; *2* – зажимная гайка; *3* – гибкий шланг высокого давления; *4* – ниппель с конусом; *5* – накидная гайка

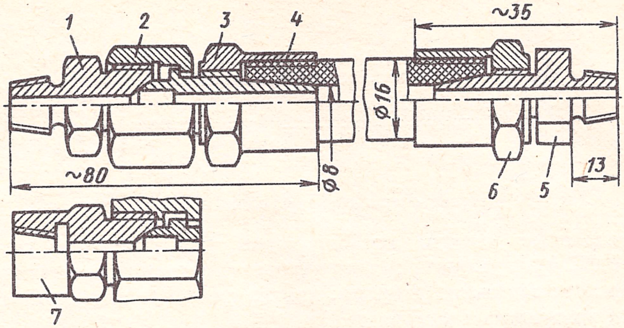


Рис. 42. Наконечник для гибкого шланга:

1 – цапковый ниппель; *2* – накидная гайка; *3* – зажимная гайка; *4* – ниппель с конусом; *5* – цапковый ниппель с конусом; *6* – накидная гайка; *7* – муфтовый ниппель

подгоняют, гнут и сваривают. После этого все линии разбирают по секциям, очищают, подвергают травлению, промывают и смазывают. Затем окончательно монтируют всю систему.

Автоматические заправочные станции поступают на объект в собранном виде, поэтому их монтаж заключается в установке на фундамент, выверке металлической рамы по уровню с точностью до 1 мм на 1000 мм длины и креплений фундаментными болтами.

Ручные заправочные станции устанавливают по чертежу непосредственно на станине машины, на специальной стойке или на стене здания. Для обеспечения вертикального положения установку станции проверяют по отвесу с точностью до 1 мм на длине корпуса. Станцию располагают не выше 700–800 мм от уровня пола.

МОНТАЖ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Трубопроводы, примыкающие к оборудованию, собирают после установки последнего на фундаменты. Они поступают на монтаж в готовом виде со свободными монтажными концами. При монтаже крупных агрегатов (прокатные станы, тяжелые компрессоры, турбины) отдельные части линий изготовляют на месте монтажа. Сборку трубопроводов с подгонкой фланцев или сварных стыков проводят по чертежам агрегата или схемам, специально составленным для этих работ.

Разметку мест установки опор (рис. 43, 44) и подвесок (рис. 45, 46, табл. 9) под линии выполняют по осям и отметкам, указанным в чертежах. Оси и отметки наносят на стены, колонны и т. п., возле которых будут прокладывать трубопроводы. Для разметки могут быть использованы металлические рулетки и натянутые вдоль оси трубопровода струны, гидростатические уровни, нивелиры. В горизонтальном положении трубы выверяют по уровню, в вертикальном – по отвесу. Фланцы на горизонтальных участках выверяют также по отвесу.

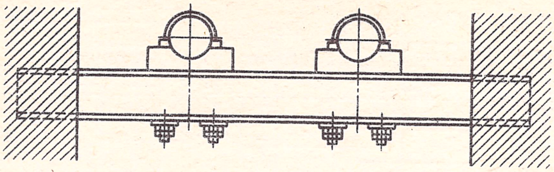


Рис. 43. Жесткие опоры трубопроводов

Горизонтальные участки трубопроводов укладывают с уклоном 0,001 – 0,002 (если уклон не указан в чертеже) в сторону движения пара во избежание водяных затворов и против движения жидкости – во избежание воздушных мешков.

Перед монтажом трубопроводов их предварительно собирают, соединяя фланцы без прокладок, затем трубы поочередно снимают для тщательной очистки. Чтобы удалить грязь и окалину из трубы, нужно простучать по поверхности трубы молотком и протащить через нее щетку из твердой стальной проволоки. Ответственные трубопроводы подвергают травлению в специальных ваннах. Резьбовые соединения (кроме маслопроводов) уплотняют прядью с суриковой замазкой. Все резьбовые соединения в трубопроводах для смазочных систем делают на конической трубной резьбе.

Для уплотнения фланцевых соединений применяют соответствующий материал, руководствуясь указаниями чертежа или техническими условиями. В паропроводах перед навертыванием гаек нарезанную часть шпилек покрывают серебристым графитом, перемешанным с индустриальным маслом, что предохраняет резьбу от задиров при затягивании шпилек и во время работы.

При сварке труб предварительно подгоняют их стыки, для чего между ними укладывают лист толщиной, равной величине зазора. После закрепления труб в опорах эти листы вынимают и трубы сваривают. Трубопроводы, подлежащие тепловой изоляции, не должны соприкасаться между собой и с какими-либо деталями оборудования и фундамента.

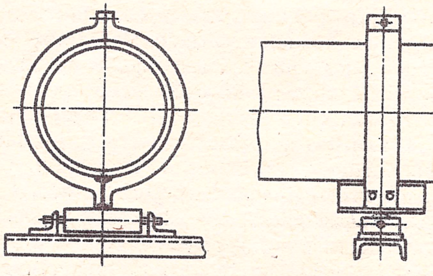


Рис. 44. Подвижная опора трубопровода

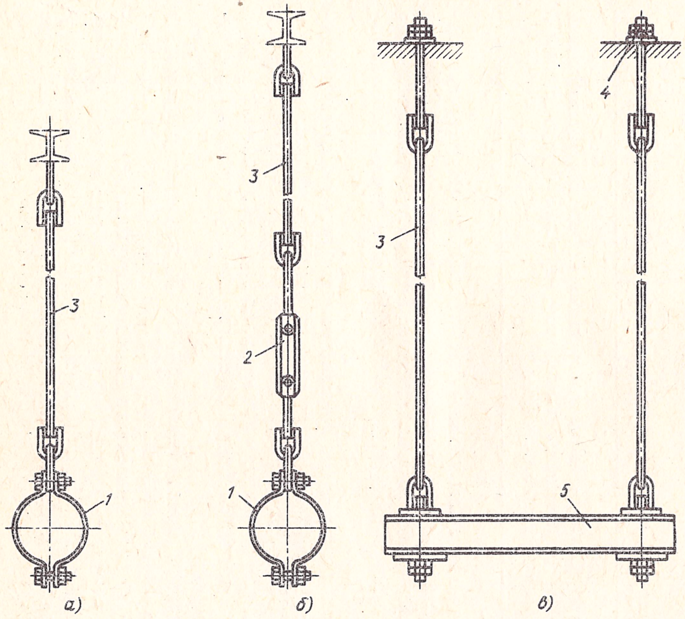


Рис. 45. Подвески жесткие трубопроводов:

а – нерегулируемые; *б*, *в* – регулируемые; *1* – хомут; *2* – винтовая стяжка; *3* – тяга; *4* – резьбовой элемент; *5* – опорная балка

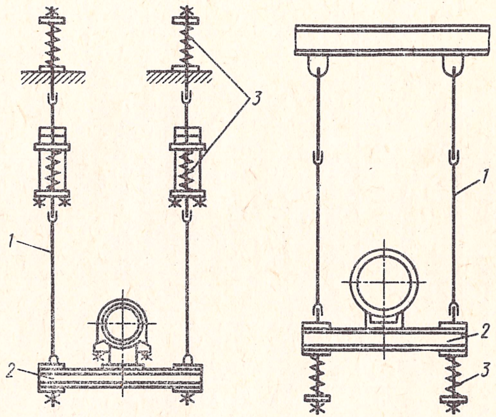


Рис. 46. Виды пружинных подвесок:

1 – тяга; *2* – опорная балка; *3* – пружина

9. Подвески для трубопроводов (ГОСТ (16127–78)

Подвеска	Применяемость	
	Диаметр труб $D_у$, мм	Расположение трубопровода
Подвеска с одной тягой, регулируемой гайкой (ПГ)	25–500	Горизонтальное
Подвеска с одной тягой, регулируемой талрепом (ПТ)	25–500	
Подвеска с двумя тягами, регулируемыми гайками, и опорной балкой из швеллеров (ПГ2т)	100–500	
Подвеска с двумя тягами, регулируемыми талрепами, и опорной балкой из швеллеров (ПТ2т)	100–500	
Подвеска с двумя тягами, регулируемыми гайками, и опорной балкой из угловой стали (ПГ2у)	100–500	
Подвеска с двумя тягами, регулируемыми талрепами, и опорной балкой из угловой стали (ПТ2у)	100–500	
Подвеска с двумя тягами, регулируемыми гайками (ПГВ)	50–500	Вертикальное
Подвеска с двумя тягами, регулируемыми (ПТВ)	50–500	

Примечание. Стандарт не распространяется на подвески магистральных трубопроводов, трубопроводов с хладагентом, а также внутри станционных трубопроводов электрических станций.

Все задвижки и клапаны должны быть тщательно осмотрены и подвергнуты гидравлическому испытанию под давлением, на 25% превышающим максимальное рабочее давление. Если рабочее давление ниже 0,1 МПа, то трубопроводы испытывают давлением, превышающим рабочее на 0,1 МПа.

Установка опор и подвесок. В магистралях с неподвижным креплением трубы к опоре предусматривают гнутые из труб или линзовые компенсаторы. При неподвижной опоре труба должна плотно лежать в подушке, а хомут – плотно прилегать к трубе. Подвижные опоры должны обеспечивать свободное перемещение трубопровода при тепловом удлинении.

Для унификации применяющихся опор и подвесок разработаны стандарты на опоры подвижные (ГОСТ 14911–82*) и на подвески (ГОСТ 16127–78) для стальных трубопроводов различного назначения с условным диаметром $D_у$ от 15 до 1000 мм, температурой рабочей среды от 0 до +450 °С и при давлении до 10 МПа. Расчетное перемещение скользящих опор не более 300 мм, высота опор не более 150 мм.

ОПРОБОВАНИЕ И СДАЧА ОБОРУДОВАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

В каждой отрасли промышленности существуют технические условия, определяющие режимы и порядок опробования оборудования после монтажа. Обычно проводят следующие операции:

после окончания сборки до закрытия машин очищают и промывают детали, расположенные в корпусах;

все корпусы редукторов и масляные ванны заливают соответствующим маслом;

каждую машину или сборочную единицу подвергают холостому опробованию, причем сборочные единицы машин, работающие от общего привода или связанные между собой кинематически, можно опробовать совместно;

в процессе опробования механизмов совместно с электромонтажниками производят регулирование и наладку электрооборудования (конечных и путевых выключателей) и проверку работы механизмов;

опробование механизмов вначале ведут при малой частоте вращения и по мере приработки зубчатых зацеплений, подшипников скольжения, а также трущихся поверхностей частоту вращения увеличивают и доводят до номинальной;

во время холостого опробования проверяют температуру нагрева подшипников (допускается не свыше 60 °С); работу зубчатых зацеплений и трущихся поверхностей, для чего периодически останавливают машину; герметичность уплотнений; подачу масла в подшипники и в зубчатые зацепления; работу гидропневматических систем и т. д. Выявленные в процессе холостого опробования дефекты устраняют и испытывают оборудование под нагрузкой, после чего сдают в эксплуатацию;

технические условия, определяющие порядок испытаний и приемки машин, должны быть тщательно изучены монтажным персоналом перед началом работ по монтажу.

Перечень неполадок, наиболее часто встречающихся при монтаже оборудования, приведен в табл. 10.

СКОРОСТНЫЕ МЕТОДЫ МОНТАЖА ОБОРУДОВАНИЯ

Подготовка и организация монтажных работ осуществляется задолго до начала монтажа оборудования. Разрабатывают проект производства монтажных работ (ППР), в котором предусматривают комплекс организационных и технических мероприятий по наиболее экономичному и качественному выполнению монтажных процессов, увязывая их по срокам с планом организации строительства. К числу мероприятий, предусматриваемых в проекте производства работ по применению скоростных методов, относятся следующие:

комплексная механизация всего процесса монтажа; индустриализация монтажа и монтаж агрегатов максимально крупными блоками (сборочными единицами); поточность монтажа;

10. Перечень неполадок, наиболее часто встречающихся при монтаже оборудования

Характеристика неполадок	Причина возникновения	Рекомендуемые мероприятия по устранению
Отсутствие просвета для подливки оборудования цементным раствором	Отметка верхней плоскости фундамента выше проектной	Подрубить верх фундамента или, если это допустимо, поднять на необходимую высоту фундаментную плиту
Обрыв фундаментного болта в любом месте нарезки или разрушение резьбы	Неправильное затягивание болтов	Целесообразно срезать болт на участке под фундаментной плитой с разделкой под сварку. Приварить наставку с резьбой
Ослаблены посадочные места на валах, в корпусах	Дефекты, допущенные при изготовлении	Металлизация или наварка поверхностей с механической обработкой. Исправление дефекта допускается только с согласия поставщика оборудования
Коробление фундаментных плит, станин, рам	Неправильная упаковка, остаточные внутренние напряжения	Рихтовка при помощи анкерных болтов и клиньев. Расшабривание посадочных мест
Вибрация	Причины разнообразны и многочисленны. Возможное неправильное центрирование узлов машины, неправильная пригонка болтов соединительной муфты, неуравновешенность ротора, прогиб вала, неудовлетворительное закрепление фундаментных плит, задевание вращающихся частей о неподвижные части и др.	Последовательное устранение или исключение возможных причин: повторное центрирование, проверка пригонки болтов соединительной муфты и т. д.

Продолжение табл. 10

Характеристика неполадок	Причина возникновения	Рекомендуемые мероприятия по устранению
Нагрев подшипников свыше 60 °C	Неправильная пригонка вкладышей по шейкам валов, недостаточный масляный зазор и плохой развал канавок по бокам вкладыша, недостаточное количество смазочного материала или загрязненность его, у подшипников качения не отрегулирован осевой зазор, несовпадение канавок наружных и внутренних колец	Пришабрить вкладыши, проверить масляный зазор и смазочные канавки, профильтровать масло, отрегулировать осевой зазор и проверить посадку колец (внутреннего и наружного) у подшипников качения
Задиры на цапфах валов, на внутренней поверхности вкладышей и втулок, на поверхности плунжеров	Загрязнение масла окалиной от труб, попадание в масло металлической стружки и других мелких твердых частиц	Протравить маслопровод, промыть и продуть сжатым воздухом масляные ванны, каналы и отверстия, профильтровать или сменить масло, прошлифовать рабочие поверхности деталей
Корпус редуктора при опробовании нагревается	Недостаточное количество масла в ванне или оно загрязнено	Проверить количество и степень загрязненности масла
В местах разъема корпуса редуктора и по подшипникам валов течет масло	Излишнее количество масла в ванне редуктора, засорение уплотняющих колец	Удалить излишек масла, проверить состояние уплотнительных колец
Ремень передачи сбегает со шкивов на сторону	Неправильная сшивка ремня, перекосы валов ременной передачи	Перешить ремень, устранить смещение подшипников
емень передачи пробуксовывает на шкивах во время опробования передачи под нагрузкой	Ослаблено натяжение ремня, попадание смазочного материала на ободы шкивов ременной передачи, перегрузка привода	Перешить ремень, очистить ободы шкивов от смазочного материала, проверить размеры ремня

выполнение монтажных работ по оборудованию одновременно со строительными и электромонтажными работами по совмещенным суточным и часовым графикам;

максимальное расширение фронта работ посредством одновременного монтажа деталей, сборочных единиц и агрегатов;

предварительная укрупненная сборка деталей, сборочных единиц и агрегата на монтажных и сборочных площадках;

своевременная по плановым срокам монтажа поставка оборудования к объекту и к месту установки.

Применение всех или некоторых указанных мероприятий определяется в каждом отдельном случае в зависимости от конкретных условий. Комплексная механизация всего процесса монтажа включает разгрузку поступающего на склад оборудования в вагонах с помощью кранов и отгрузку на место монтажа. Вагоны должны подаваться непосредственно в пролет цеха под монтажные краны, на монтажную площадку объекта, где все операции также должны быть механизированы. Все работы с момента поступления оборудования и металлоконструкций на стройку и до полного окончания монтажа должны быть механизированы.

Крупноблочный монтаж – основной метод в работе, при котором обеспечиваются высокое качество выполняемых работ, осуществляемых в более удобном для рабочего положении, особенно сварки с применением сварочных автоматов и полуавтоматов; экономия лесоматериалов и сокращение трудовых затрат на устройство лесов при сборке конструкций в соответствии с проектом; минимальные сроки монтажа за счет выполнения большого объема сборочных и сварочных работ по сборке, сварке и других, на специализированных предприятиях до установки оборудования на место.

Степень индустриализации монтажа определяется поставкой заводами-изготовителями крупных частей оборудования, которые не требуется в дальнейшем укрупнять на месте монтажа; поставкой монтажных приспособлений (рамы, стропы, траверсы и др.) одновременно с получением оборудования на монтажную площадку; предварительным производством работ, связанных с пригонкой отдельных частей, изготовлением и установкой уплотняющих устройств и других элементов конструкции.

Выполнение работ поточным методом, предусматриваемое при составлении плана производства работ, включает специализацию бригад по отдельным операциям, что обеспечивает непрерывное повышение мастерства бригад, а следовательно, темпов и качества работ и рост производительности труда; изготовление специальных устройств, оборудования и инструмента для выполнения отдельных монтажных операций; применение инвентарных лесов и подмостей.

Поточный метод дает возможность контролировать взаимную работу бригад, ликвидирует обезличку и повышает ответственность за качество работ и сохранность монтируемого оборудования. Особенно

широко следует применять специализацию бригад при монтаже ряда одинаковых агрегатов.

Метод параллельного производства работ означает максимальное совмещение строительных и монтажных работ для сокращения сроков строительства без ущерба для каждого вида работ в отдельности; выполнение работ по тщательно разработанному совмещенному графику, составленному в суточном и часовом разрезе. Основные положения этого графика следующие: в максимально сжатые сроки должны выполняться работы, необходимые для представления фронта работ смежным бригадам; концентрация и полное использование всех ресурсов на работах, взаимно не связанных, при отсутствии фронта последовательных работ; соблюдение мероприятий по технике безопасности.

Уточненные технологические графики составляют с учетом совмещенного графика, при этом за основу берут график строительных работ, как более трудоемких и длительных. Монтажный персонал должен быть заранее ознакомлен с особенностями монтируемого оборудования, методами работ и наиболее ответственными монтажными операциями.

Глава 11

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ПРИ МОНТАЖЕ

Монтаж оборудования в закрытых помещениях ведется, как правило, с применением мостовых электрических кранов, кранов-балок и других механизмов, которые после монтажа используются в технологических целях и при последующем ремонте оборудования. Эти механизмы предусматриваются проектом на строительство отдельных цехов и объектов. Для механизации монтажных работ на открытых площадках используют краны на гусеничном, пневмоколесном, железнодорожном ходу, башенные краны и другие механизмы.

Расходы по эксплуатации кранов и других монтажных механизмов и устройств различны, что необходимо учитывать при выборе средств механизации монтажных работ. Учитывают при монтаже и массу оборудования или его крупных деталей (при поставке в разобранном виде), а также охват работ с одной стоянки. Для определения эксплуатационных затрат пользуются ценником № 2 машино-смен строительных машин и оборудования (утвержден Госстроем СССР), который разработан для 19 территориальных районов, принятых при разработке Единых районных единичных расценок на строительные работы (ЕРЕР). Стоимость машино-смен некоторых строительных машин (кранов) приведена в табл. 1.

1. Цены (руб.) машино-смен некоторых строительных машин (кранов)

Типы кранов	Номер территориального района					
	1–6; 10	7; 14; 15; 18	8; 9; 13; 19	11; 12	16	17
Автомобильные						
Грузоподъемность 3 т	14,3/6,3	16,3/7,5	15,8/7,2	15,5/7,2	17,5/8,1	20,1/9,4
То же 5 т	17,1/6,7	19,5/8	18,9/7,7	18,4/7,7	20,6/8,7	24,6/10,2
» 10 т	24,6/7,8	28,1/9,4	27,3/9	26,1/9	29,4/10,2	35,7/12,1
Башенные						
Грузоподъемность 3–5 т и высота подъема крюка 21–33 м	17,6/6,1	21,1/7,3	20,5/7	18,8/7	22,2/7,9	24,6/8,5

Продолжение табл. 1

Типы кранов	Номер территориального района					
	1–6; 10	7; 14; 15; 18	8; 9; 13; 19	11; 12	16	17
То же 13–25 т, 28–63 м	72/25,9	74/31	77/29,7	77/29,7	83/33,6	101/36,2
» 25–75 т, 52–90 м	137/42,3	148/50,7	146/48,6	146/48,6	154/55	192/59,2
Козловые						
Грузоподъемность 20 т, пролет 20 м, высота подъема крюка 10,5 м	27,8/11,1	30,6/13,3	29,8/12,7	29,9/12,7	32,2/14,4	36,8/15,5
То же 30 т, 32 м, 10,5 м	34,8/12,8	38,1/15,4	37,1/14,8	37,3/14,8	40/16,7	46,3/18
» 50 т, 20 м, 10,5 м	34,5/13	37,9/15,6	36,9/15	37/15	39,8/16,9	45,9/18,2
Мачтово-стреловые						
Грузоподъемность 10 т, высота мачты 47 м	20,7/6,6	22,6/8	21,9/7,6	22,1/7,6	23,7/8,6	28/9,3
Грузоподъемность 25 т, высота мачты 39 м	28/7,4	30/8,8	29,2/8,5	29,6/8,5	31,5/9,6	37,6/10,3
То же 40 т, 48 м	36,4/9,2	39/11,1	37,9/10,6	38,5/10,6	40,9/12	49/12,9
На гусеничном ходу						
Грузоподъемность 5 т	13,9/6,3	16,1/7,6	15,6/7,3	15/7,3	17,1/8,2	19,8/8,9
То же 10 т	18,9/7,3	21,8/8,8	21,1/8,4	20,2/8,4	23/9,5	28,1/11,1
» 20 т	27,7/10,8	32,1/13	31,2/12,4	29,8/12,4	33,9/14	41,5/16,6
» 50–63 т	6,7/18,4	75/22,1	73/21,2	70/21,2	79/23,9	100/29,1
» 100 т	8,5/24	96/28,8	94/27,6	89/27,6	100/31,2	129/39,2
На пневмоколесном ходу						
Грузоподъемность 10–12 т	25,1/7,7	28,4/9,2	27,7/8,8	26,6/8,8	29,7/10	36,6/12,2
То же 25 т	20,6/11	46,6/13,2	45,5/12,7	42,6/12,7	48,6/14,3	59,7/17,5
На железнодорожном ходу при работе на транспортном строительстве						
Грузоподъемность 10 т	28,1/11,5	32,6/13,8	31,7/13,2	30,2/13,2	34,3/14,9	39,4/16,7

Продолжение табл. 1

Типы кранов	Номер территориального района					
	1–6; 10	7; 14 15; 18	8; 9; 13; 19	11; 12	16	17
Грузоподъемность 15–16 т	$\frac{40,1}{15}$	$\frac{46,5}{18}$	$\frac{45,3}{17,2}$	$\frac{43}{17,2}$	$\frac{48,7}{19,5}$	$\frac{56,7}{22,2}$
То же 25 т	$\frac{45,2}{15,4}$	$\frac{52,7}{18,5}$	$\frac{51,4}{17,8}$	$\frac{48,1}{17,8}$	$\frac{55}{20,1}$	$\frac{64}{22,8}$
» 50 т	$\frac{48,9}{17,9}$	$\frac{55,1}{21,4}$	$\frac{53,8}{20,5}$	$\frac{52,2}{20,5}$	$\frac{57,8}{23,2}$	$\frac{73}{27}$
Грузоподъемность 75 т	$\frac{72}{18,2}$	$\frac{77}{21,9}$	$\frac{81}{21}$	$\frac{75}{21}$	$\frac{81}{23,7}$	$\frac{105}{26,8}$

Примечания: 1. В числителе приведена сметная цена машино-смены, а в знаменателе – входящие в состав этой цены расходы на заработную плату рабочих по управлению краном, обслуживанию, текущему ремонту, по погрузке и разгрузке при его транспортировании с одной площадки на другую, а также по монтажу и демонтажу крана.

2. Цены машино-смен определены, исходя из семичасового рабочего дня при средней продолжительности рабочей смены 6,82 ч.

Предусмотренные в ценнике эксплуатационные расходы могут и должны быть снижены путем внедрения комплексной механизации и повышения производительности технических монтажных средств и, в первую очередь, подъемных кранов – самоходных и большой грузоподъемности, а также путем максимального, экономически оправданного насыщения ответственных монтажных участков и площадок средствами механизации, приспособлениями, сменным оборудованием, механизированным инструментом. Таким образом, сроки монтажа и практическая реализация скоростных методов монтажа находятся в прямой зависимости от удачно примененного с учетом местных условий проекта производства работ, от степени обеспеченности такелажных и монтажных работ средствами механизации, а также от умело поставленной на протяжении всего периода организационной работы на монтажной площадке и на объекте в целом.

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

Технологическое оборудование в рабочую зону открытой монтажной площадки может быть подано от приобъектного склада: при массе груза до 4,5 т – автомашинами; при массе груза от 4,5 до 25 т – тракторами на санях или металлическом листе; при массе свыше 25 т – на железнодорожных платформах. В каждом случае при значительном количестве перемещаемого оборудования вид транспорта с учетом местных условий должен быть обоснован экономическим расчетом и изложен в проекте производства работ.

Технические характеристики транспортных средств приведены в табл. 2–15.

Для подачи материалов и конструкций в зону работы подъемного крана и для монтажа технологического оборудования используют также уникальный вилочный погрузчик грузоподъемностью 25 т. Погрузчик снабжен сменным оборудованием – консольной стрелой с грузовым крюком, перемещаемым по стреле при помощи гидроцилиндра.

2. Основные технические характеристики платформ

Параметр	Тип платформы				
	6-осная	4-осная	4-осная	4-осная *1	4-осная *2
Грузоподъемность, т	92	60	62	66	70
Масса вагона (тары), т	40	22	21	21	20,9
Высота бортов, мм:					
бокового	500	435	500	500	500
торцового	400	305	305	305	400
Размер пола с открытым бортом, мм:					
длина	23980	12974	13380	13380	13380
ширина	2870				
Расчетная нагрузка от оси на рельсы, кН	220				
Распределенная нагрузка, т/м	5,2	5,7	5,6	5,9	6,2
Модель тележки	18 – 102	18 – 100			
Габарит	1-Т	01-Т			

*1 С металлическими бортами.

*2 С металлическими бортами, модель 13-401.

3. Основные технические характеристики полувагонов

Параметр	Тип полувагона				
	8-осный	6-осный	4-осный	4-осный	4-осный
Грузоподъемность, т	225	94	69	69	64
Масса вагона (тары), т	43,3	31	22	21,8	22,4
Объем кузова, м^3	137,5	104	73	70,5	68,6
Высота кузова внутри, мм	2450	2365	2060	2060	1900
Число разгрузочных люков, шт	22	16	14		
Размер разгрузочного люка в свету, мм	1327 × × 1340	1327 × × 1540	1327 × × 1540	1327 × × 1540	1385 × × 1550

Продолжение табл. 3

Параметр	Тип полувагона				
	8-осный	6-осный	4-осный	4-осный	4-осный
Ширина дверного проема при открытых дверях, мм	2454	2526	2530	2478	2526
Расчетная масса от оси на рельсы, т			22		
Распределенная нагрузка, т/м	8,3	7,6	6,5	6,5	6,2
Модель тележки	18 – 101	18 – 102	18-100		
Габарит	1-Т		01-Т		

4. Технические характеристики автомобильных полуприцепов

Параметр	ММЗ-584Б	ОдАЗ-885	КАЗ-717	МАЗ-5245
Грузоподъемность, кг	7000	7500	11 500	14 000
Масса, кг:				
на седельно-сцепное устройство	3855	4350	4500	7800
на заднюю ось	5670	6000	110 000	10 000
База, мм	4340	4480	4650	5180
Колея, мм	1740	1790	1790	1920
Внутренние размеры, мм:				
длина	6050	6070	7500	7875
ширина	2250	2220	2240	2322
высота бортов	725	590	590	740

5. Технические характеристики автомобильных прицепов

Параметр	ИАПЗ-754В	ГКБ-817	МАЗ-5243	МАЗ-886
Грузоподъемность, кг	4000	5000	6000	8500
Полная масса, кг	5900	7540	1000	12 000
в том числе на ось:				
переднюю	2900	3770	5145	6000
заднюю	3000	3770	4855	6000
Колея, мм	1800	1800	1950	1740
База, мм	2600	3000	3200	4340
Внутренние размеры, мм:				
длина	3848	4682	4940	4810
ширина	2207	2322	2322	2340
высота бортов	595	917	610	610

6. Технические характеристики автомобилей повышенной проходимости

Параметр	Марка автомобиля					
	УАЗ-452Д (4 × 4)	ГАЗ-66 (4 × 4)	ЗИЛ-15ТК (6 × 6)	ЗИЛ-131 (6 × 6)	УРАЛ-375Д (6 × 6)	КрАЗ-255Б (6 × 6)
Грузоподъемность, кг	800	2000	4500	3500*1	4500	7500
Общая масса буксируемого прицепа, кг	850	2000	3600	4000	10 000	30 000
Собственная масса в снаряженном состоянии, кг	1670	3470	5800	6460	8400	11 950
в том числе на ось:						
переднюю	925	2140	2680	2900	3500	5200
заднюю (тележку)	745	1330	3120	3560	4900	6730
Полная масса, кг	2620	5800	10450	10 185	13 200	19 675
в том числе на ось:						
переднюю	1190	2730	3050	3055	3900	5450
заднюю (тележку)	1430	3070	7400	7130	9300	14225
Дорожные просветы под осью, мм:						
передней	220	315	310	330	400	360
задней (средней)	220	—	—	355	—	—
Контрольный расход топлива, л, на 100 км пути	13*2	24	42*2	40*2	30 – 40	40
Максимальная скорость, км/ч	95	90 – 95	65	80	75	70
Двигатель	ЗМЗ-451	ГАЗ-66	ЗИЛ-157К	ЗИЛ-131	ЗИЛ-375	ЯМЗ-238
Передаточное число главной передачи	5,125	6,83	6,67	7,339	8,9	8,21
Число колес	4 + 1	4 + 1	6 + 1	6 + 1	6 + 1	6 + 1
Размер шин	8,40 – 15	12,00 – 18	12,00 – 18	12,00 – 20	14,00 – 20	15,00 – 20

*1 По грунтовым дорогам (5000 по дорогам с твердым покрытием).
*2 При скорости 30 – 40 км/ч.

7. Технические характеристики автомобильных тягачей различных марок

Параметр	ГАЗ-51П (4 × 2)	ЗИЛ-157КВ (6 × 6)	ЗИЛ-130ВГ (4 × 2)	ЗИЛ-131В (6 × 6)	КАЗ-608 «Колхида» (4 × 2)	МАЗ-504 (4 × 2)	Урал-375С (6 × 6)	КрАЗ-258 (6 × 4)
Наибольшая допустимая масса полуприцепа с грузом, кг	6000	11 150	10 500	7500 – – 12 000	10 500	17 450	12 000	30 000
Собственная масса в снаряженном состоянии, кг	2485	5700	3860	6225	4000	6350	7500	9680
в том числе на ось:								
переднюю	1285	2780	2115	3040	2300	3590	3590	4150
заднюю (на тележку)	1200	2920	1745	3185	1700	2760	3910	5530
Полная масса, кг	5125	10 200	8425	6225	8725	14 025	13 225	21 905
в том числе на ось:								
переднюю	1510	2940	2465	3040	2800	4025	4100	4420
заднюю (на тележку)	3615	7260	5960	3185	5925	10 000	9125	5530
Дорожные просветы, мм:								
под передней осью	305	310	340	330	340	295	400	290
под (средней) задней осью	245	310	255	355	275	300	400	290
Контрольный расход, л, топлива на 100 км пути	34*	51*	35	50	40	32	63	50
Максимальная скорость, км/ч	60	65	85	80	75	75	65	60
Двигатель	ГАЗ-51	ЗИЛ-157К	ЗИЛ-130	ЗИЛ-131	ЗИЛ-130Я5	ЯМЗ-236	ЗИЛ-375	ЯМЗ-238
Передаточное число главной передачи	7,6	6,67	6,97	7,339	7,63	—	8,9	8,21
Число колес	6 + 1	6 + 1	6 + 1	6 + 1	6 + 1	6 + 1	6 + 1	10 + 2
Размер шин	7,50 – 20 или 200 – 20	12,00 – 18	260 – 20	12,00 – 20	260 – 20 или 9,00 – 20	12,00 – 20	14,00 – 20	12,00 – 20

* При скорости 30 – 40 км/ч.

8. Технические характеристики прицепов-тяжеловозов

Параметр	ЧМЗАП-5523	ЧМЗАП-5208	ЧМЗАП-5212	ЧМЗАП-5530
Грузоподъемность, кг	20 250	40 000	60 000	120 000
Собственная масса в снаряженном состоянии, кг	9750	11 000	14 500	46 500
Полная масса, кг	30 000	51000	74500	166 500
в том числе на тележку:				
переднюю	10 000 (на ось)	18 390	37 250	—
заднюю	20 000	32 610	37 250	—
Дорожный просвет, мм, при полной нагрузке под балансиром задней подвески	280	260	195 (под балансирами подвески)	150 (при дополнительном положении, траверс)
Максимальная скорость, км/ч	50	40	32	25 (без груза) 8 (с полной нагрузкой)

9. Техническая характеристика малогабаритных электротягачей

Параметр	АТБ-250	ТА-1М	ЭТ-250 «Рига»
Тяговое усилие на крюке, Н	2,45	7,84	2,45
Габаритные размеры, м:			
длина без сцепки	2	2,5	1,36
длина со сцепкой	2,1	2,65	1,42
ширина	1,1	1,226	0,69
высота со съемной кабиной	1,88	2,08	—
высота без кабины	1,4	1,405	—
База колесная, м	1,15	1,15	0,8
Максимальная скорость передвижения, км/ч:			
с грузом	7	—	5
без груза	12	9,6	7,5
Дорожный просвет, м	0,11	0,2	0,042
Наименьший радиус поворота, м	2,2	—	0,8
Высота сцепки от земли, м	0,32	0,42	0,24
Тип шины колес:			
передних	5,00 – 10	6,5 × 16	Массивные 280 × 80
задних	160 – 254		
Ширина колеи колес, м:			
передних	0,69	0,9	0,53
задних	0,905	0,9	0,53
Собственная масса (без кабины), т	1,8	2,028	0,79

10. Технические характеристики промышленных тракторов различных марок

Параметр	ДЭТ-250	Т-180	Д-804М	Т-100МГП	ТДТ-75	ТДТ-55	ТДТ-40М
Масса, т	25,2	15	15	10	3	3	2
Двигатель:							
марка	В-30Б	Д-180	Д-180	Д-108	Д-75Т-АТ	СМД-14Б	Д-48Т
мощность двигателя, кВт	220	132	132	80	55	45	37
Частота вращения ротора, об/мин	1500	1150	1500	1070	1500	1500	1600
Ход поршня, мм	180	205	205	205	152	140	130
Диаметр цилиндра, мм	150	145	148	145	125	120	105
Удельный расход топлива, г/(Вт · ч)	240	240	240	240	280	260	275
Дорожный просвет, мм	430	425	510	331	490	525	540
Ширина гусеницы, мм	690	700	700	500	460	420	340
Давление, Па	5,6	3,0	3,6	4,9	4,2	4,4	4,5
Колея, мм	2450	2040	2500	1880	1910	1690	1480
Диапазоны скоростей, км/ч:							
вперед	3 – 20	2,74 – 12,5	1,89 – 6,68	2,36 – – 10,13	2,14 – 7,64	2,48 – 10,9	1,33 – 10,3
назад	3 – 20	3,08 – 7,83	3,08	2,79 – 7,61	2,67	2,31	2

11. Технические характеристики погрузчиков

Параметр	Электропогрузчики (марка)				Автопогрузчики (марка)		
	ЭП-0,5	ЭП-1	ЭП-2	ЭП-3,2	АП-1	АП-2	АП-3,2
Грузоподъемность, т	0,5	1	2	3,2	1	2	3,2
Наибольшая высота подъема груза, м	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Наибольшая скорость подъема номинального груза, м/мин	10	9	8,2	8,6	20	16	16
Наибольшая скорость передвижения, км/ч:							
с грузом	9	9,4	9,2	9	20,6	21	17
без груза	10	9,9	10,8	11	21,4	24	18
Дорожный просвет, мм	80	90	100	100	100	100	150
Наименьший радиус поворота по наружному габариту, мм	1200	1600	2050	2260	1600	2100	2700
База, мм	1000	1000	1350	1400	100	1350	1900
Колея колес, мм:							
передних	750	760	1000	1180	790	1050	1250
задних	—	740	820	870	790	950	1100

Продолжение табл. 11

Параметр	Электропогрузчики (марка)				Автопогрузчики (марка)		
	ЭП-0,5	ЭП-1	ЭП-2	ЭП-3,2	АП-1	АП-2	АП-3,2
Габаритные размеры, мм:							
длина с вилами	2200	2500	3150	3605	2600	3300	4000
ширина	900	980	1350/1100	1484	980/910	1400	1750
Высота при опущенных вилах при высоте подъема груза, м:							
1,8	1450	1500	1600	—	1500	1600	—
2,8	1950	2000	2100	2175	2000	2100	2280
4,5	2850	2840	2950	2400	2840	3000	3100
Собственная масса погрузчика, оборудованного вилами, кг	1460	2100	3573	5500	2250	3170	5700
Источник энергии	Аккумуляторная батарея				Двигатель внутреннего сгорания		
	24ТЖН-30ВН	32ТЖМ-300ВН	40ТЖН-400	40ТЖН-700	«Запорожец»	«Москвич-407»	Д-37М
Напряжение, В	30	40	50	50	—	—	—

П р и м е ч а н и е. Погрузчики ЭП-0,5; ЭП-1; ЭП-2; АП-1; АП-2 имеют три исполнения с высотой подъема для каждого исполнения соответственно 1,8; 2,8; 4,5 м; погрузчики ЭП-3,2; АП-3,2 имеют по два исполнения.

12. Технические характеристики тракторных прицепов

Параметр	2-ПТС-6	2-ПТС-4	1-ПТС-5	1-ПТС-3 783 НАМИ	1-ПТС-2
Грузоподъемность, т	6	4	5	3	2
Масса без груза, т	1,67	1,36	1,3	0,92	0,7
Число осей прицепа	2	2	1	1	1
Колея, мм	1600	—	1500	1600	1525
Внутренние размеры платформы, мм:					
длина	3600	5240*2	3600	4300*2	3500*2
ширина	2000	2190*2	2000	2200*2	2180*2
высота основных бортов	650	840*1	540	—	—
Объем платформы, м³	4,6	3,14	3,9	2,52	—
Дорожный просвет, мм	400	400	—	250	—
Скорость движения, км/ч	До 30	—	До 30	До 25	До 25
Марка тягового двигателя	ДТ-54А и «Беларусь»	«Беларусь»	Тракторы класса 1,4 т	Т-28 или «Беларусь»	Тракторы класса 0,6 т

*1 Высота надставных бортов от пола.
*2 Габаритные размеры прицепа

13. Стрелы безблочные крановые с постоянным и переменным вылетом

Обозначение стрелы	Марка погрузчика	Грузоподъемность погрузчика, т	Минимальный вылет крюка, мм	Максимальный вылет крюка, мм	Длина стрелы, мм	Минимальная высота крюка от пола, мм	Масса стрелы, кг	Грузоподъемность погрузчика со стрелой при минимальном вылете крюка, т	Изменение вылета крюка
ПР15-0,5	ЭП-0,5	0,5	500	1000	1100	700	—	0,5	Ручное
ПР15-1,0	ЭП-1,0	1,0	500	1000	1100	700	50	1,0	Крюк зафиксирован
	АП-1,0								
ПР15-2,0	ЭП-2,0								
	АП-2,0	2,0	600	1200	1300	800	85	2,0	
ПР15-3,2	ЭП-3,2								
	АП-3,2	3,2	600	1800	1880	900	153	3,2	
ПР15-5,0	ЭП-5,0								Ручное или механическое
	АП-5,0	5,0	600	2500	2600	1000	250	5,0	

Примечание. Стрелы безблочные крановые применяются для производства подъемно-транспортных работ при ремонте и монтаже оборудования.

14. Технические характеристики электрокар

Параметр	ЭТП-0,5	ЭКП-750	ЭТМ	ЭК-2А	ЭТ-350	ЭТ-550	ЭТ-1010
Грузоподъемность, т	0,5	0,75	1	2	3,2	5	10
Габаритные размеры, м:							
длина	1,285	2,25	2,3	2,775	2,67	3,4	4
ширина	0,65	0,86	0,85	1,2	1,17	1,65	2
высота	0,85	1,17	1,26	1,275	1,46	1,6	2
Высота подъема груза, м	0,075	0,1	0,1	—	0,125	—	—
Высота расположения платформы от пола, м	0,185		0,075	—	0,3	—	0,85
Дорожный просвет, м	0,05	0,075	0,075	0,115	0,075	0,225	0,125
База колесная, м	1,025	1,11	1,15	1,526	1.6	1,85	2,05
Скорость передвижения с грузом км/ч	3	3 – 8	8	10	7,9	8 – 9	5
Радиус поворота по наружному габариту, м	1,15	2,1	2,15	3	2,5	3,5	3,97
Ведущие колеса на массивной шине, м:							
диаметр	0,2	0,4	0,4	0,536	0,51	0,834	0,63
ширина	0,065	0,1	0,1	0,16	0,11	0,213	0,2
Собственная масса, т	0,515	1	0,95	1,4	1,8	2,2	4,67
Гидронасос лопастного типа		Г-12-41А				НШ-10Д	
Давление, Па	490	—	—	—	980	980	980
Производительность, м³/мин	5	—	—	—	16	16	16

15. Техническая характеристика прицепных тележек

Параметр	ТП-1	ТП-2
Грузоподъемность, т	1,5	2
Радиус поворота по наружному габариту, м	2,17	2,17
Дорожный просвет, м	0,185	0,128
База, м	1,15	1,15
Габаритные размеры, м:		
длина (с дышлом)	2,83	2,83
ширина	1,12	1,12
высота платформы	0,615	—
высота (с бортами)	1,065	1,010
Высота сцепа от земли, м:		
дышла	0,31	0,31
заднего сцепа	0,33	0,275
Тип шин	Пневматические 5,00 – 10	Массивные
Диаметр колес, м	0,508	0,4
Ширина колес, м	0,127	0,1
Ширина колеи колес, м:		
передних	0,69	0,69
задних	0,875	0,875
Масса, т	0,25	0,28

Техническая характеристика вилочного погрузчика

Параметры погрузчика:	
Наибольшая грузоподъемность, т:	
на вилах	25
стрелы при вылете крюка:	
2,4 м	25
4,2 м	14
Расстояние центра тяжести груза от наружных стенок вил, м	1,1
Наибольшая высота подъема, м:	
вил	3,5
крюка	5
Угол наклона рамы грузоподъемника в рабочем положении:	
вперед	3
назад	10
в транспортном положении (назад)	5,5
Скорость, м/мин:	
подъем груза	1,7 – 1,8
опускание груза	1,1
скорость передвижения, км/ч:	
вперед	1 – 20
назад	1 – 20

Количество скоростей передвижения (вперед и назад)	5
База, мм	5800
Колея колес, мм:	
задних	2400
передних	2600
Радиус поворота по наружному габариту, мм	7800
Дорожный просвет, мм	460
Двигатель ЯМЗ-236:	
мощность, кВт	132
частота вращения, об/мин	800 – 2100
Наибольший преодолеваемый подъем, градус:	
без груза	30
с грузом	17
Габаритные размеры, м:	
длина	10,8
ширина	3,6
высота (в транспортном положении)	4,2
Масса погрузчика, т	33,3

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

Справочные данные для выбора средств механизации монтажных работ даны в виде кратких технических характеристик, включающих силовые и скоростные возможности подъемных кранов, поскольку грань между такелажными и монтажными работами в практике ведения монтажа крупного объекта обычно стирается, особенно при использовании механизмов: один и тот же самоходный кран, электро- или автопогрузчик в одинаковой степени может существенно облегчить, ускорить и удешевить как такелажные, так и монтажные работы. Как показывает опыт, производительность подъемных кранов удобнее определить, исходя из затраты крано-часов на 1 т монтируемого оборудования. Например, при разработке проектов на монтаж оборудования прокатных производств пользуются следующими нормами:

Характеристика монтируемого оборудования	Затраты на 1 т оборудования, крано-час
Крупное	1,8
Среднее	2,3
Мелкое	2,8

При определении сметной стоимости монтажных работ пользуются ценником на монтаж оборудования.

Автомобильные краны монтируются на серийно выпускаемых шасси грузовых автомобилей; работают как с выносными опорами, так и без них, имеют большую скорость передвижения. Краны обеспечивают погрузку деталей и частей оборудования на транспорт, сопровождают этот транспорт и разгружают его в пунктах, значительно удаленных от места погрузки. Их можно использовать также при небольших объемах монтажных и подъемно-транспортных работ.

Модификацией серийного крана К-1014 является автомобильный кран КС-3561е в северном исполнении, смонтированный на шасси автомобиля М173-500.

Пневмоколесные краны обладают достаточно хорошей маневренностью и высокой производительностью. Они получили широкое распространение при монтаже технологического оборудования и на строительстве зданий и сооружений. Их используют в большинстве случаев совместно с другими машинами и транспортными средствами (козловыми и башенными кранами, автопогрузчиками и др.) при строительно-монтажных или погрузочно-разгрузочных работах. Одиночная работа пневмоколесным краном на монтаже технологического оборудования, зданий и сооружений возможна и целесообразна в том случае, когда он может обеспечить выполнение всего комплекса работ.

Гусеничные краны применяют для монтажа и укрупненной сборки технологического оборудования и строительных конструкций, а также для погрузочно-разгрузочных работ.

Стреловые поворотные краны на железнодорожном ходу применяют при строительстве зданий и сооружений, укрупненной сборке металлоконструкций и монтаже технологического оборудования, а также для погрузочно-разгрузочных работ.

Стреловые самоходные краны СКГ-160 на гусеничном и СКР-160 на рельсовом ходу применяют при монтаже тяжелого оборудования и металлоконструкций. Стреловое и башенно-стреловое оборудование этих кранов выполняется в различных вариантах, отличающихся длиной стрелы и маневрового гуська. Краны с башенно-стреловым оборудованием можно применять вместо башенного крана БК-1000, а в отдельных случаях – вместо БК-1425.

Основная стрела крана СКГ-160 имеет длину 30 м, и может быть увеличена до 70 м путем вставок. Стрела снабжена наголовником грузоподъемностью 160 т, состоящим из наголовника грузоподъемностью 100 т и дополнительного съемного наголовника грузоподъемностью 60 т. В комплект рабочего оборудования входят маневровый гусек длиной 40 м и два установочных гуська длиной 10 м

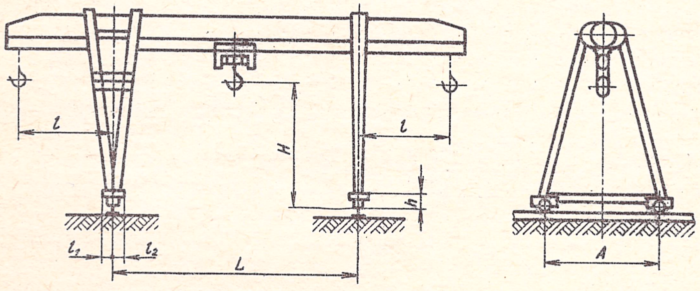


Рис. 1. Козловой кран типа ККТ

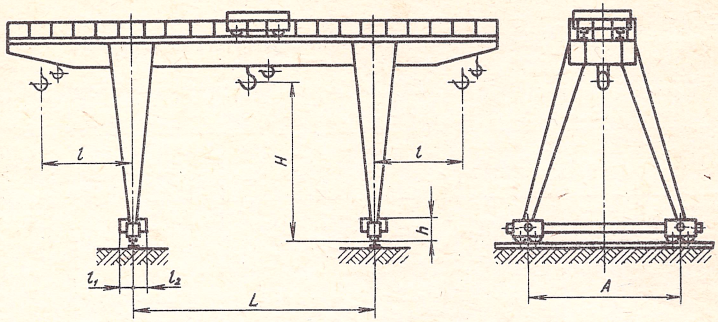


Рис. 2. Козловой кран типа КК

на стрелу и 5 м на маневровый гусек. Длина маневрового гуська может быть уменьшена до 35, 30 и 25 м за счет удаления вставок. Установочные гуськи оборудованы механизмами вспомогательного подъема.

Кран СКР-160 имеет несколько модификаций, основной из которых является СКР-1000 с длиной стрелы 50 м и маневровым гуськом 40 м.

Башенные краны применяют для монтажа технологического оборудования, обслуживания площадок укрупненной сборки, погрузочно-разгрузочных работ и т. д. Башенные краны легкоподвижны; их стрелы расположены на большой высоте, что позволяет вести работу, не задевая за монтируемые конструкции. Новые конструкции складывающихся башенных кранов на пневмоколесном и гусеничном ходу обладают хорошей мобильностью; на их монтаж и демонтаж требуется меньше времени и затрат, поэтому они находят широкое применение при монтаже технологического оборудования и строительстве зданий и сооружений.

Козловые краны применяют для обслуживания площадок укрупненной сборки технологического оборудования, металлоконструкций и железобетонных конструкций, для изготовления металлоконструкций, а также нестандартного и вспомогательного оборудования на месте монтажа; для обслуживания площадок хранения технологического оборудования, железобетонных конструкций, металлоконструкций и материалов; для обслуживания строительных баз, площадок (полигона) и т. п.

Козловой кран типа ККТ приведен на рис. 1, козловой кран типа КК – на рис. 2.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ГОСТов

В справочнике приведены ГОСТы, действующие и утвержденные на 1 сентября 1983 г.

ГОСТ	Стр.	ГОСТ	Стр.	ГОСТ	Стр.
5–78	74	3079–80	316	8551–74	50
10–75	71	3241–80	314	8581–78	51
32–74	46	3276–74	50; 206	8732–78	123
162–80	65	3329–75	124	8734–75	123
164–80	68	3333–80	48	8752–79	269
166–80	64	3449–71	82; 105	9038–73	74
380–71	7; 8; 9	3647–80	117	9243–75	47
493–79	26	3882–74	20; 104	9243–75	47
577–68	66	3883–81	99	9244–75	72
610–72	47	4045–75	141; 143	9265–73	106
613–79	28; 29	4046–80	87	9392–75	78
882–75	75	4366–76	48	9740–71	106
982–80	206	4446–81	95	9762–76	49
1033–79	50	4543–71	12; 18	10054–82	118; 119
1050–74	7; 9	5009–82	119	10299–80	162; 254
1106–74	348	5078–80	49	10300–80	254
1209–78	35; 36	5368–81	96	10301–80	254
1320–74	34	5378–66	83	10528–76	100
1405–72	147; 148	5584–75	67	10529–79	100
1435–74	18; 19	5641–82	172	10541–78	51
1465–80	106	5950–73	18; 107	10877–76	47; 49
1513–77	107	6111–52	430	10905–75	77
1523–81	105	6357–73	95	10908–75	84
1642–75	45	6394–73	123	11058–75	45
1643–81	95; 99	6411–76	47	11098–75	72
1677–75	104	6456–75	206	11158–76	103
1758–81	281	6507–78	71	11196–74	80
1805–76	46	6794–75	47	11197–73	84
1861–73	47	6874–79	107	11401–75	147
2310–77	145	7070–75	318; 319	11402–75	148
2319–81	318; 320	7215–73	154	11737–74	123
2424–75	120	7226–72	141	11899–77	87
2447–76	120	7275–75	123; 124	11900–66	63; 64
2456–76	120	7467–75	151	12328–77	45
2464–82	120	7668–80	317	12509–75	105
4475–62	95	7470–78	66	12672–77	45
2682–72	153	7502–80	62	13913–78	39
2688–80	316	7661–67	66	14712–79	74
2799–75	351; 353	7668–80	322; 323	14911–82	434
2849–77	89	7760–81	97	14952–75	104
2875–75	85	8026–75	76	16127–78	434
2999–75	60	8239–72	348	16422–79	49
3071–74	316; 363	8255–75	151	16728–78	45

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Автоколлиматоры визуальные 87, 88, 307
Автомобили повышенной проходимости 445
Автопогрузчики 449, 450
Азотирование 57
Алитирование 57
Алмазы 24

Б

Баббиты 25, 30, 34–36 – Заливка вкладышей и втулок 242–245 – Назначение 34, 35 – Условия применения 34, 35
Баббиты кальциевые 35, 36
– оловянные 34
– свинцовые 34
Базы – Выбор 202
Балансировка статическая на вращающихся опорах 247
– на призмах 245, 246
Башмак опорный 375
– установочный 407
Болты – Сборка соединений 248
– фундаментные 401
Бронза безоловянная литейная 26, 27
– оловянная 28, 30
– оловянная, обрабатываемая давлением 29, 30
– свинцовая – Условия использования 30
Бруски шлифовальные 120

В

Вальцовки 163–165
Ванты 373, 375, 378
Винты грузовые 332, 333
Вкладыши – Заливка 242–245
– из пористого железа 37
– из порошковых материалов 37
– неметаллические 260–263
Воротки 135–139
Восьмерки цельнокованые 332, 335
Вставки к микрометрам для измерения резьб 93
Втулки – Заливка 242–245
– из пористого железа 37
– из порошковых материалов 37
– конические 88
Выколотки 153, 161, 162
– ручные для заклепок 156, 157

Г

Гайковерты гидроприводные ударного действия 194
– пневматические ударного действия 193
– электрические 181, 184
Гибка труб 235–239
Глубиномеры 66
Головки измерительные пружинные малогабаритные 74
– универсальные
– шлифовальные 120
Грузы – Опускание и подъем 385

Д

Детали грузоподъемных машин 312–336
Дисбаланс скрытый 247
Доводка поверхностей 225–229
Домкраты 360, 366–369
Дрели ручные 149, 150, 151

З

Зазор боковой 279 – Нормы 277
– радиальный 420
– торцовый 420
Закалка 54, 55
Заклепочники 184, 186
Захваты 334–336
Зачистка поверхностей 206
Зенкерование 210–212
Зенкеры 104, 105 – Элементы 210
Зернистость шлифовальных материалов 117
Зубила для пневматических рубильных молотков 160, 161
– слесарные 111, 113, 114
Зубомеры смещения типа М 95–97

И

Индикаторы 66–68
Инструмент абразивный 120, 121
– для нарезания резьб 105, 106
– для опиливания 106–108
– для развертывания 104, 105
– для резки металла 111, 112
– для рубки металла 111, 113–117
– для сборочных работ 122–134
– для сверления 104
– для слесарных работ 134–151
– для шабрения 108
– для шлифования 117–121
– электрический ручной 178–188

К

Калибры гладкие 61
— для контроля валов 89—92
— для линейных размеров 92
— для контроля отверстий 90, 91
— комплексные и профильные 61
— листовые двухпредельные 92
— листовые с рисками 92
— резьбовые нерегулируемые 94
Канаты капроновые 312, 313
— пеньковые 312, 313
— стальные 312, 314—318
Кантовка оборудования 383—385
Карбид кремния 117, 118
Катки — Перемещение грузов 383
Квадранты механические 84, 85
Керамика минеральная 24
Кернеры 166, 167
Ключи гаечные динамометрические 126, 127
— для шпилек 130, 131, 132
— мультипликаторы 126, 128, 129
— предельные 126, 127
— разводные 123, 124
— сборочные 123
— с регулируемым крутящим моментом 126
— торцовые 123—125
— трещоточные 124
Ключи трубные 128, 130, 131
Клуппы 133, 135, 136, 139, 140
Кóзлы 370
Колеса зубчатые — Обкатка 280 — Степени точности 276, 281, 283 — Центрирование 278—290
Коллиматор 307
Коловороты 307
Коловороты 150, 151
Компрессоры для пневматического инструмента 198
Корунд 118
Косяки 153, 156
Коуши 330, 331 — Размеры 331
Кошка с ручным приводом 345
Коэффициент запаса прочности каната 314, 315
— сопротивления при перемещении груза на катках 383, 384
— статического трения для грузов на салазках 383, 384
Кран автомобильный 455, 456
— башенный 457
— гусеничный 456
— козловый 456, 457
— пневмоколесный 456
— стреловой поворотный на железнодорожном ходу 456, 457
Крейцмейсели 160, 161
— для пневматических рубильных молотков 161
— слесарные 111, 114
Крюки 336
Кувалды 147, 148

Л

Лампа спиртовая 175
— паяльная 175, 276
Латунь 25, 31—33
Лебедки 359—366
Линейки измерительные 62
— поверочные 75, 76, 77
— синусные 86, 87
Ломик сборочный 159, 160
Ломы строительные 147, 148, 149
Лужение 239—241

М

Мази 51
Малки 169, 173
Манжеты уплотнительные 302—305
Масла автомобильные 50
— дизельные 50, 51
— для смазывания машин 45—47
— моторные 44
— моторные авиационные 44
Мастики 51
Материалы абразивные 119, 121
— антифрикционные неметаллические 38
— для пайки 40—42
— прокладочные 51—53
— смазочные 44, 51
— смазочные жидкие 44, 45—47
— смазочные пластичные 48—50, 51
— шлифовальные 117, 118
Мачты грузовые 373—376
Машины пневматические ручные 191—198 — Гайковерты 194
— развальцовочные 194, 195
— резьбозавертывающие 192, 193
— резьбонарезные 191, 192
— сверлильные 191
— шлифовальные 192
Машины электрические сверлильные 180—182
— шлифовальные 182—184
Меры длины концевые плоскопараллельные 74, 75
— угловые призматические 85, 87
Метры складные металлические 62
Метчики 105, 106
Микаторы 74
Микрометры резьбовые 93, 94
— рычажные 68, 69, 70
— рычажные 69
— со вставками 93
— с ценой деления 0,01 мм 70.71
Микроскопы 94

Молотки пневматические клепальные 196
— пневматические рубильные 197
— ручные электрические 186, 187
— слесарные 143—146
Монтаж башенных кранов 391—393
— вантового крана 390, 391
— оборудования скоростной 435, 438, 439
— с помощью вертолета 393
Муфты 273—276

Н

Надфили 107, 109
Наконечники для пневмоинструмента 160—163
Напильники 106, 107
Нарезание резьбы 214—223
Нивелиры 100—102
Ножи шорные 173
Ножницы ручные 111, 112
— пневматические 196
— электрические 187, 188
Нормалемеры 97—99
Нормализация 54
Нутромеры микрометрические 71, 72
— сферические проходные 92

О

Обезжиривание деталей 239
Обжимки для пневматических клепальных молотков 162
— ручные для заклепок с полукруглой головкой 154
Обойма блочная 336
Оборудование вспомогательное для электроинструмента 188—190
Оборудование — Нормы точности 423, 424 — Опробование и сдача в эксплуатацию 435 — Способы установки на фундамент 406—409
Обрубка 204
Опиливание 205, 206
Опоры трубопроводов 432, 434
Оправки 158—160, 424
Оси монтажные 401—405
Оснастка грузоподъемных машин 312—336
Отбортовка труб 235
Отвесы 81, 82
Отвертки слесарно-монтажные, 132, 134
Отметка при нивелировании 401
Отпуск 55

П

Пайка высокотемпературная 242
— низкотемпературная 241
Пандус 385
Пасты алмазные 228, 229
— полировальные 239
— притирочные 226, 227
Патроны предохранительные для метчиков 151, 152
— сверлильные 152, 153
Паяльники 175
Передачи зубчатые — Виды сопряжений 276, 281 — Нормы точности 277, 278, 282, 283
— ременные 288—294
— цепные — Установка звездочек 293 — Натягивание цепи 293, 294
— червячные — Виды сопряжений 283, 284 — Нормы точности 285, 286
Пластики древесные слоистые 38, 39
Плашки для нанесения на фундаменте осей и высотных отметок 400
— для нарезания резьб 106, 223
Плиты опорные 407, 414
— разметочные и поверочные 77, 78
— фундаментные 114
Плоскости — Отклонения от параллельности и перпендикулярности 309
Плоскостность поверхности — Методы определения 305—308
Пневмоподъемники полиспастные 354, 358
Поверхности — Плотность прилегания 310
— криволинейные 308, 309
Погрешность показаний прибора 62
Погрузчик вилочный 443, 454, 455
Подвески трубопроводов 431, 433, 434
Поддержки 153—156
— пневматические 196, 198
— ручные 155, 156
Подкладки клиновые 407, 408
— постоянные металлические 408
— установочные 410
Подшипники — Сборка 257—273
— качения 263—272
— скольжения 257—260
— скольжения с неметаллическими вкладышами 260—263
Подъем грузов — Правила 385
— мачт 387, 389
— оборудования и металлоконструкции на большую высоту 385, 387
Ползуны — Установка 298
Полирование 229—231
Полиспасты 336, 337, 340, 342
Полотна ножовочные 111
Полувагоны 443, 444
Полуприцепы автоматические 444
Портал монтажный 377, 378
Поршни — Установка 298, 299

Правка деталей 231–233
Правка листов 232, 233
Пределы измерений 61
Преобразователи частоты тока 188
Приборы
– для измерения зубчатых колес 95–100
– накладные 99, 100
– оптические 306
Призмы балансировочные 245
– поверочные 169, 172
– разметочные 169, 172
Припои 40, 42, 43
– для пайки алюминия 42
– легкоплавкие 40, 42
– медно-цинковые 42
– оловянно-свинцовые 40
– серебряные 40, 41
– тугоплавкие 40, 42
Припуски на шабрение 224
Приспособления для закрепления инструмента 151–153
– для натяжения цепи 293, 294
– для подъема грузов 370–382
Притирка 225–229
Притиры 227, 229
Прицепы автомобильные 444
– тракторные 451
– тяжеловозы 447
Пробки двусторонние с неполными непроходными вставками 90, 91
– двусторонние со вставками 90, 91
– конические 89
– неполные с ручками 90, 91
– сборочные 153, 157
– с насадками двусторонние 90, 91
Пробойники 116, 117
Промывка деталей 239
Просечки 115, 117
Проушины 334, 336

Р

Развальцовывание труб 233–235
Развертки 105 – Геометрические параметры режущей части 212 – Материалы 213
– регулируемые 213
– со вставными зубьями 213
– цельные 213
Развертывание 213
Разметка осей 401–405
Разметка поверхностей 202, 203
Расчалка 378
Рашпили 107, 108
Резка металла 204
Рейки нивелирные 103
Ремни ременных передач, соединяемые вулканизацией 290–292
– жесткими соединителями 292
– склеиванием 292, 289, 290
– сшивкой 292, 293
– с помощью металлических шарниров 292
Репер 399–401
Рихтовка оснований 427
Рулетки измерительные 62, 63

С

Салазки для перемещения грузов 383
Сборка заклепочных соединений 253–255 – Плотность стыка 253 – Подготовка отверстий 253 – Проверка качества 254, 255
– зубчатых конических и гипоидных передач 281–283 – Контролируемые параметры 281, 282
– зубчатых цилиндрических передач 276–280 – Контролируемые параметры 278, 280 – Обкатка колес 280 – Уплотнение плоскостей разъема корпусов 280 – Центрирование колес 278–290
– изделий шатунно-поршневой группы 300–305 – Регулирование линейного зазора 299, 300
– подшипников качения – Подготовка посадочных мест 263, 264 – Причины быстрого изнашивания 270, 271 – Промывка и сушка 263, 264 – Регулирование 267, 268 – Уплотнения 268–270, см. также *Уплотнения подшипников качения* – Установка на вал и в корпус 265–267
– подшипников скольжения 257–263
– резьбовых соединений 248, 249 – Качество сборки 248
– ременных передач 288–293 – Установка шкивов 289 – Соединение концов ремней 289–293, см. также *Ремни ременных передач*
– цепных передач – Установка звездочек 293 – Натяжение цепи 293, 294
– червячных передач 283–287 – Контролируемые параметры 286, 287 – Установка червяка в открытых передачах 286, 287
– шлицевых соединений 251–253
– шпоночных соединений 250, 251
Сверла 104, 206 – Материалы 206 – Форма заточки и элементы сверла 207
Сверление 206–210 – Оборудование 207 – Точность обработки отверстий в сплошном материале 208

– отверстий по сопрягаемой детали 209, 210
Сжимы 329, 330
Сигнализация звуковая 396 – 398
Системы смазочные с жидким смазочным материалом 429 – Присоединение к питателям 430 – Проверка герметичности 429
– с пластическим смазочным материалом 430, 431
Скобы для контроля валов гладкие регулируемые двухпредельные 90, 91
– листовые 90
Скребки для снятия заусенцев 160
– для чистки стыков 160
Соединения заклепочные 253 – 255
– резьбовые 248, 249
– с натягом 255, 256
– штепсельные двухполюсные 190
Сплавы на основе меди подшипниковые 20, 25 – 37
– твердые спеченные 20
Средства измерений и контроля 61 – 104
– подъемно-транспортные 455 – 457
– транспортные 442 – 445
Сталь – Термическая обработка 54 – 56 – Химико-термическая обработка 56 – 58
– быстрорежущая 20, 23, 24
– инструментальная 18
– инструментальная легированная 18, 21 – 23
– инструментальная углеродистая 18 – 20
– легированная конструкционная 12 – 17
– углеродистая качественная конструкционная 7, 9 – 11
– углеродистая обыкновенного качества 7, 8, 9
Станки ножовочные ручные 111, 112
– обыкновенной конструкции 112
– с вертикальной ручкой 112
Станки трубогибочные 200
– трубогибочные с нагревом труб токами высокой частоты 201
– трубонарезные 199
– трубоотрезные 200, 201
Стрела падающая 387, 389
Стрелы безблочные крановые 452
Стропы – Выбор диаметра каната 325 – Зачаливание к грузам и мачтам 327, 328 – Зачаливание на крюк блока 329 – Типы 324 – Узлы для чалочных канатов 326
– полуавтоматические 328
– универсальные 322, 323
Струбцины 153
– параллельные 157, 158
– скобообразные 157, 159
Струна – Провисание 311
– оптическая 80, 81, 306
Стяжки винтовые 331 – 333
Съемники 176, 177

Т

Тали 343 – 358
– монтажные шестеренные 348, 349
– пневматическая 358
– с ручным приводом 348
– червячные с ручным приводом 349
– электрические канатные стационарные 352, 353 – 357
– электрические передвижные 354
Твердость металлов 58 – 60
– по Бринеллю 58
– по Виккерсу 58 – 60
– по Роквеллу 58
– по Шору 60
Текстолит 38 – 40
Тележки прицепные 454
Термопосадка 255
Тельферы 354
Теодолиты 100, 101
Тигель для расплавления антифрикционного сплава 243
Тиски слесарные 141 – 143, 145
– ручные 141, 143
– с ручным приводом 141, 142
– стуловые 141
Точность отсчета – Определение 61
– установки прокатного оборудования 424, 425
Травление деталей 239, 240
Тракторы промышленные 448
Трансформаторы понижающие 189
Треноги 370, 371, 373
Трубка паяльная 175
Трубогиб гидравлический 235
Трубоприжимы 139, 140, 141
Трубопроводы – Разметка мест под опоры и подвески 431 – Уплотнение фланцевых соединений 432 – Установка опор и подвесок 433, 434
Труборезы 139, 141
Тягачи автомобильные 446

У

Угломеры оптические 83 – 85
– поверочные 82, 83
– с нониусом 83
Узлы плунжерные – Сборка 300 – 305
Уплотнения – Мази и мастики 51 – Набивки сальниковые 51, 303 – Прокладки 51 – 53

Уплотнения подшипников качения лабиринтные 269, 270
— манжетные 269
— с защитными шайбами 269
— с маслоотражательными кольцами 269
— фетровые 268
Уплотняющие устройства плунжерных узлов без применения специальных деталей 300, 301
— с дополнительными деталями 297, 301–305
Уровни брусковые 78, 79
— гидростатические 80
— рамные 78, 79
— с микрометрической подачей ампулы 79, 80
Усилие измерительное прибора 62
Устройства защитно-отключающие 189

Ф

Фарколф 332
Флюсы для высокотемпературной пайки 43, 44
— для низкотемпературной пайки 43
Фундамент 399–401 — Крепление оборудования 426, 427 — Осадка 399 — Подливка бетоном или цементным раствором 399, 400, 427–429

Ц

Цекование 211, 212
Цековки 211
Цементация в твердом карбюризаторе 56
— газовая 56
— жидкостная 56, 57
Цена деления шкалы прибора 61
— машино-смен некоторых строительных машин 440, 441
Центрирование машин 420–423 — Проверка соосности валов по полумуфтам 420
— полумуфт 422, 423
Цепи грузовые пластинчатые 320, 321 — Коэффициент запаса прочности 320, 321 — Основные параметры 321
— круглозвенные сварные общего назначения 318–320
Цианирование 57
Циркули 170, 171

Ч

Чеканка швов заклепочных соединений 254, 255
Чеканы 153, 160 — Конструкция 157
Чертилки 167, 169
Число манжет в уплотнении 304
Чугун антифрикционный 25, 36, 37

Ш

Шаберы 100, 110 — Типы 109, 110
Шаблоны 89
— радиусные 92
— резьбовые 94, 95
Шабрение 223–225 — Нормы точности 224 — Припуски 224
Шагомеры 99, 100 — Параметры 100
Шарнир универсальный (мачты) 376
Швы усадочные фундаментов 399
Шевер 376, 377
Шилья круглые 174
Шкивы ременных передач — Установка 288, 289
Шкурки шлифовальные бумажные водостойкие 118, 119
— тканевые 119, 120
Шланг гибкий 430, 431
Шлицы прямобочные 251, 252
— эвольвентные 252, 253
Шпильки — Сборка соединений 248, 249
Шпонки клиновые 250
— призматические 251
Штабель для подъема грузов 385
Штангенглубиномеры 65
Штангенрейсмасы 68
Штангенциркули 64, 65
Штихмасы сферические проходные 92
Шуруповерты ручные электрические 184, 186

Щ

Щупы 75, 76

Э

Электрогайковерт 184, 185
Электродвигатели встроенные для ручного инструмента 178–180
Электрозаклепочник 186
Электрокары 453
Электрокорунд 117
Электролиты — Состав 241
Электропогрузчики 449, 450
Электроточило 184
Электротягачи малогабаритные 447
Элементы опорные 405, 406 — Допустимая площадь опирания 406 — Суммарная грузоподъемность 406
Эльбор 25

Я

Якоря бревенчатые с заложением в грунт 378
— винтовые монтажные 380
— инвентарные наземные 381, 382
— свайные с заложением в грунт 378, 379
— типовые 380

1р.60к

Справочник
слесаря-монтажника